

## บทที่ 5

### ผลการวิจัย

#### 5.1 ผลการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการผลิตเอพิตอกซ์มาลนิวตรอน และในการวัดนิวตรอนช้า

##### 5.1.1 ผลจากตำแหน่งของต้นกำเนิดรังสี และขนาดของหลุมที่เจาะให้ นิวตรอนช้าออกมา

จากการทดลองวัดความเข้มของรังสีนิวตรอนช้า ที่เกิดขึ้นจากการส่งผ่านเอ-  
พิตอกซ์มาลนิวตรอนผ่านแผ่นไม้อัดหนา 8 มม. ที่มีปริมาณความชื้นต่าง ๆ กัน พบว่าความ  
เข้มของรังสีนิวตรอนช้าลดลงเมื่อตำแหน่งของต้นกำเนิดนิวตรอนอยู่ลึกลงไปหลุม และ  
เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างหลุมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 ซม. ลึก 10 ซม. กับหลุม  
ขนาด 6 ซม. x 20 ซม. x 10 ซม. แล้วพบว่าความเข้มของรังสีนิวตรอนช้าที่วัดได้ใน  
ขณะที่ใช้หลุมขนาด 6 ซม. x 20 ซม. x 10 ซม. มีค่าสูงกว่า ดังผลการวิจัยที่แสดงใน  
ตารางที่ 5.1(ก), (ข), (ค) และในกราฟรูปที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ความเข้มของรังสีนิวตรอนที่ากเกิดขึ้นจากการส่งผ่านเอพิเทอร์มาล  
นิวตรอนผ่านไม้อัดหนา 8 มิลลิเมตร เมื่อหลุมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง  
3.5 ซม. ลึก 10 ซม.

ก. เมื่อต้นกำเนิดนิวตรอนอยู่ที่ก้นหลุม (ลึก 10 ซม. จากปากหลุม)

% ความชื้น	จำนวนนับเฉลี่ยต่อ 1000 วินาที		
	แบบคกราวด์	ไม้อัด 8 มม.	จำนวนนับรังสีสุทธิ
0	820	930	110
10.6	823	1055	232
15.1	786	1187	401
19.4	786	1382	596
21.5	786	1475	689
25.0	786	1530	744

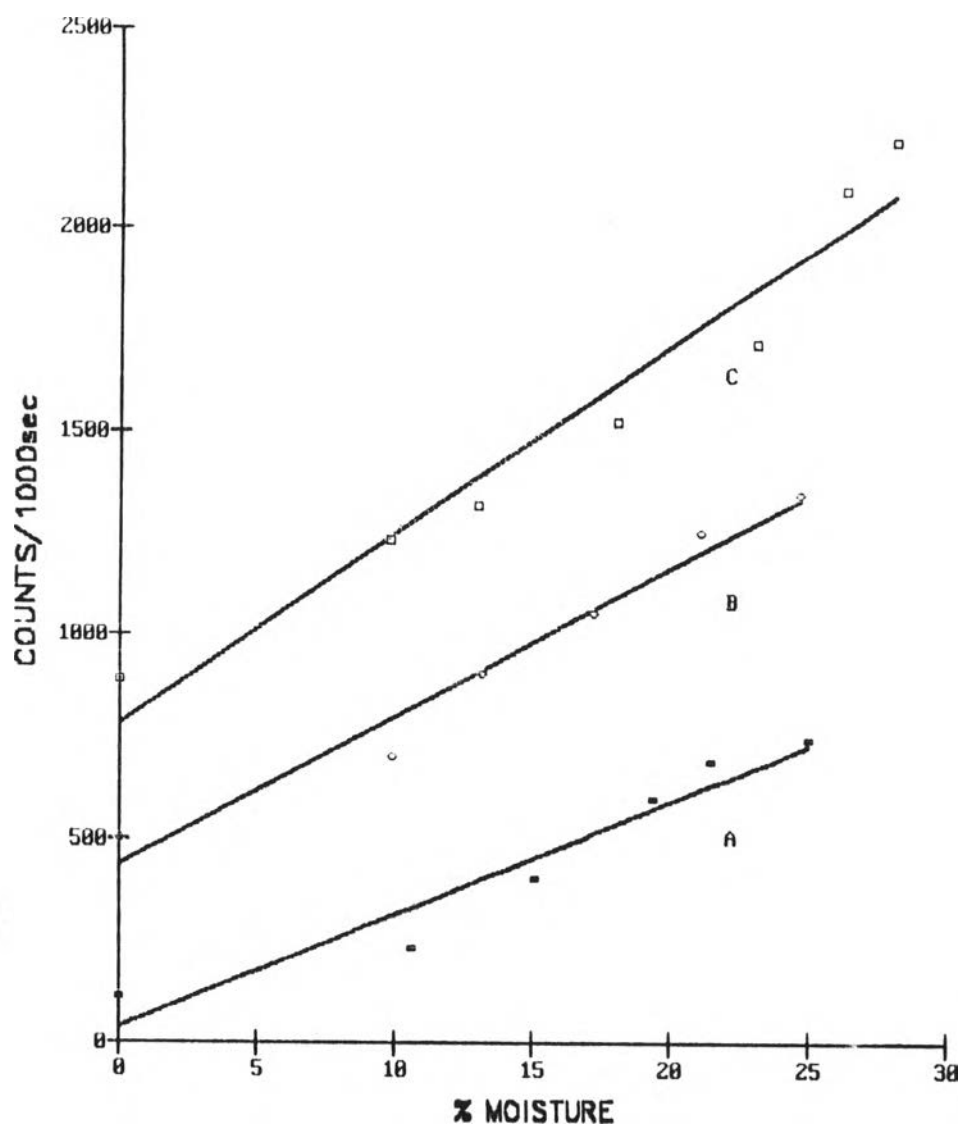
## ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

## ข. เมื่อต้นกำเนิดนิวตรอนอยู่กลางหลุม (ลึก 5.5 ซม. จากปากหลุม)

% ความชื้น	จำนวนนับเฉลี่ยต่อ 1000 วินาที		
	แบบคร่าวๆ	ไม้กีด 8 มม.	จำนวนนับรังสีสุทธิ
0	1740	2238	498
9.9	1910	2610	700
13.1	1867	2774	907
17.2	1867	2919	1052
21.1	1867	3119	1252
24.7	1867	3216	1349

## ค. เมื่อต้นกำเนิดนิวตรอนอยู่ปากหลุม

% ความชื้น	จำนวนนับเฉลี่ยต่อ 1000 วินาที		
	แบบคร่าวๆ	ไม้กีด 8 มม.	จำนวนนับรังสีสุทธิ
0	2015	2900	885
9.8	2113	3340	1227
13.0	1986	3300	1314
18.1	1986	3512	1526
23.1	1986	3707	1721
26.3	1986	4089	2103
28.1	1986	4215	2229



- A = ดันกำเนิดนิวตรอนอยู่ที่ก้นหลุม (ลึก 10 ซม. จากปากหลุม)  
 B = ดันกำเนิดนิวตรอนอยู่ลึก 5.5 ซม. จากปากหลุม (บริเวณกลางหลุม)  
 C = ดันกำเนิดนิวตรอนอยู่ที่ปากหลุม

รูปที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีนิวตรอนช้า กับ ปริมาณความชื้นของไม้อัดหนา 8 มม. เมื่อหลุมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 ซม. ลึก 10 ซม.

ตารางที่ 5.2 ความเข้มของรังสีนิวตรอนช้าที่เกิดขึ้นจากการการส่งผ่านเลพิเทอร์  
มาลนิวตรอนผ่านไม้อัดหนา 8 มิลลิเมตร เมื่อหลุมมีขนาด 6 ซม.  
x 20 ซม. x 10 ซม.

ก. เมื่อก้อนกำเนิดนิวตรอนอยู่ที่ก้นหลุม (ลึก 10 ซม. จากปากหลุม)

% ความชื้น	จำนวนนับเฉลี่ยต่อ 1000 วินาที		
	แบบคกราวด์	ไม้อัด 8 มม.	จำนวนนับรังสีสุทธิ
0	2115	2942	827
9.4	2167	3243	1076
26.1	1949	3230	1281
30.0	1949	3477	1528
35.2	1949	3651	1702
47.0	1949	4015	2066

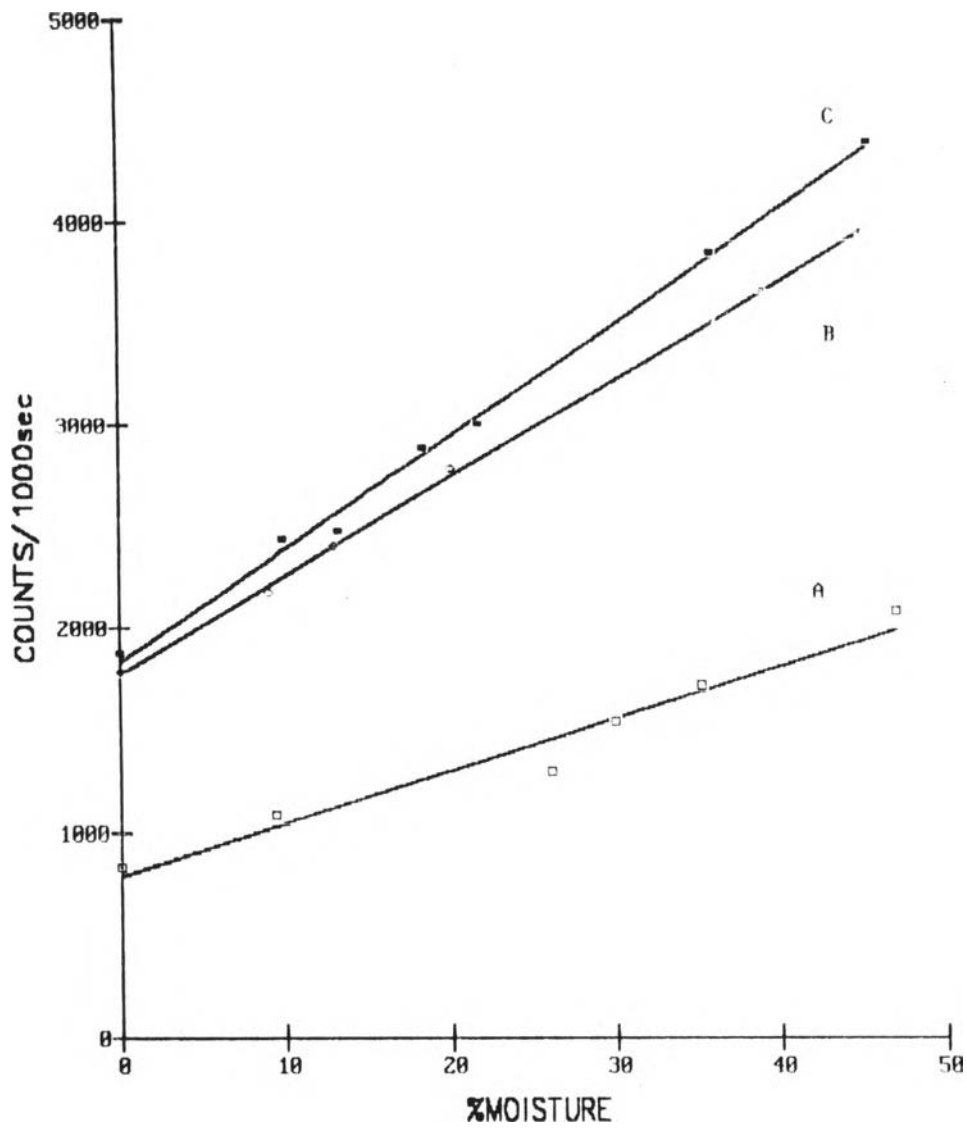
ข. เมื่อก้อนกำเนิดนิวตรอนอยู่กกลางหลุม (ลึก 5.5 ซม. จากปากหลุม)

% ความชื้น	จำนวนนับเฉลี่ยต่อ 1000 วินาที		
	แบบคกราวด์	ไม้อัด 8 มม.	จำนวนนับรังสีสุทธิ
0	3541	5312	1771
9.0	3605	5776	2171
13.0	3600	5990	2390
20.0	3600	6374	2774
39.0	3589	7237	3648
45.0	3589	7519	3930

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

ค. เมื่อต้นกำเนิดนิวตรอนอยู่ปากหลุม

% ความชื้น	จำนวนนับเฉลี่ยต่อ 1000 วินาที		
	แบบคกราวด์	ไม้อัด 8 มม.	จำนวนนับรังสีสทช
0	5473	7337	1864
9.9	5458	7879	2421
13.3	5365	7826	2461
18.4	5365	8238	2873
21.8	5365	8356	2991
35.9	5304	9136	3832
45.5	5304	9675	4371



- A = คำนวณค่าเนื้องานที่เก็บจากหลุมลึก 10 ซม. จากปากหลุม  
 B = คำนวณค่าเนื้องานที่เก็บจากหลุมลึก 5.5 ซม. จากปากหลุม (บริเวณกลางหลุม)  
 C = คำนวณค่าเนื้องานที่ปากหลุม

รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำในดิน กับ ปริมาณความชื้นของ  
 ไม้ค้ำเท้า 8 มม. เกล็ดหลุมมีขนาด 6 ซม. x 20 ซม. x 10 ซม.

### 5.1.3 ผลการเพิ่มความไวในการวัดนิวตรอนช้าด้วยหัววัดซีเลียม-3

จากการทดลองวัดความเข้มของรังสีนิวตรอนช้า ที่เกิดจากการส่งผ่าน เอนิเทอร์มาลนิวตรอนผ่านไม้อัดหนา 10 มม.ที่มีความชื้นต่าง ๆ กัน โดยใช้หัววัดโบรอนไตรฟลูออไรด์ เทียบกับหัววัดซีเลียม-3 ทั้งในขณะที่มี และไม่มีแผ่นแคดเมียมกั้นหน้าหัววัดรังสี พบว่าอัตรานับรังสีที่ได้จากหัววัดซีเลียม-3 สูงกว่าประมาณ 14 เท่าสำหรับการวัดรังสีนิวตรอนช้ารวม (เมื่อไม่มีแผ่นแคดเมียมกั้นหน้าหัววัดรังสี) และสูงกว่าเกิน 20 เท่า สำหรับนิวตรอนที่มีพลังงานสูงกว่า 0.5 อิเล็กตรอนโวลต์ (เมื่อมีแผ่นแคดเมียมกั้นหน้าหัววัดรังสี) การวิจัยขั้นต่อไป จึงเลือกใช้หัววัดซีเลียม-3 เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการวัดนิวตรอนสูงกว่าหัววัดโบรอนไตรฟลูออไรด์ ผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 5.3, 5.4 และในกราฟรูปที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ผลการวัดความเข้มรังสีนิวตรอนช้าที่เกิดจากการส่งผ่านเอนิเทอร์มาลนิวตรอน ผ่านแผ่นไม้อัดหนา 10 มม. โดยใช้หัววัด BF<sub>3</sub>

x ความชื้น	จำนวนนับเฉลี่ยต่อ 1000 วินาที		
	แบบกราวด์	นิวตรอนช้ารวม*	เอนิแคดเมียมนิวตรอน**
0	2984	879	335
16.2	3105	1230	501
23.0	2931	1301	517
28.6	2931	1480	535
37.0	2990	1601	561

หมายเหตุ \* ไม่ใช้แผ่นแคดเมียมกั้นหน้าหัววัดนิวตรอน

\*\* ใช้แผ่นแคดเมียมกั้นหน้าหัววัดนิวตรอน

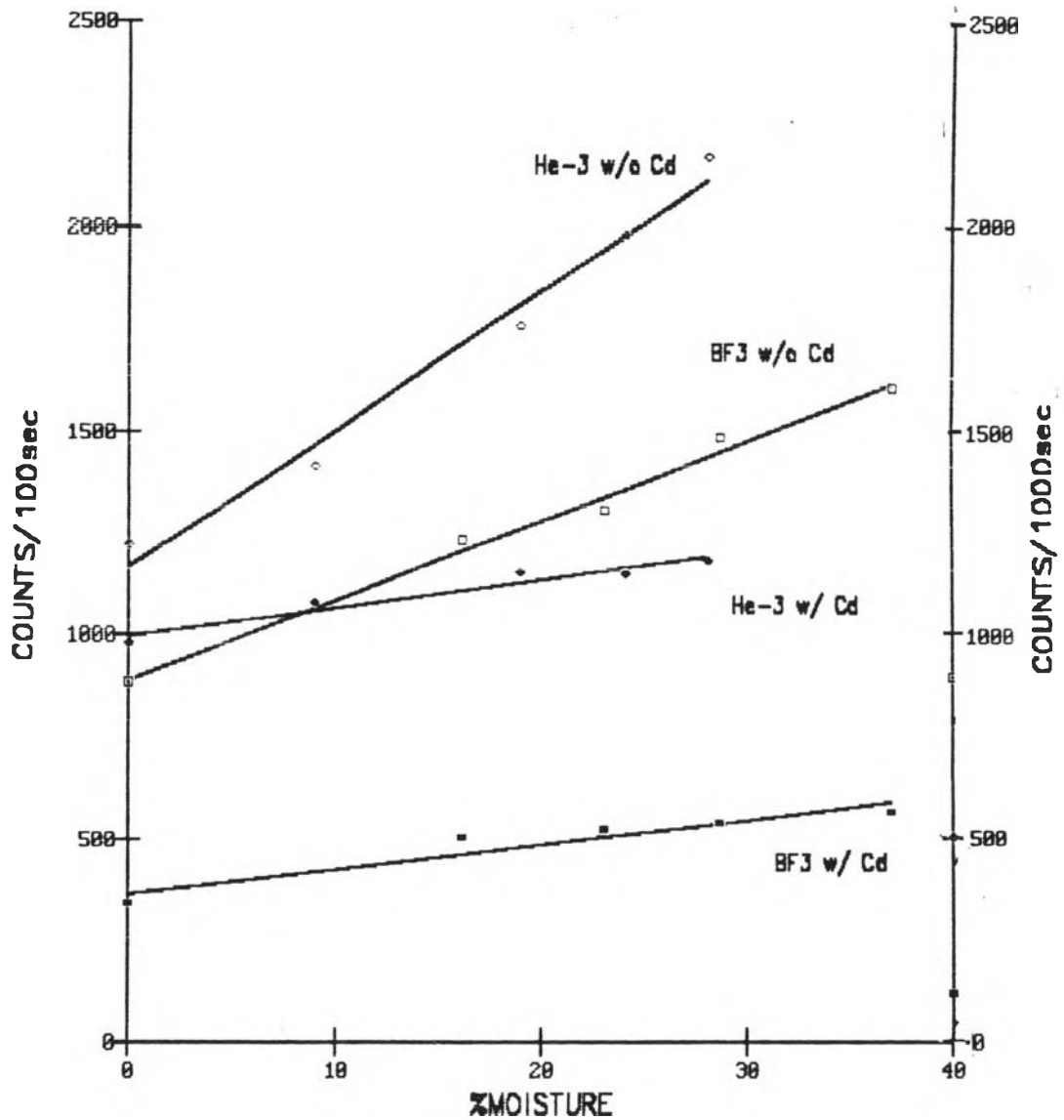


ตารางที่ 5.4 ผลการวัดความเข้มรังสีนิวตรอนช้าที่เกิดจากการส่งผ่านเอพิเทอร์มาล  
นิวตรอน ผ่านแผ่นไม้อัดหนา 10 มม. โดยใช้หัววัด  $^3\text{He}$

% ความชื้น	จำนวนนับเฉลี่ยต่อ 100 วินาที		
	แบบคร่าวด์	นิวตรอนช้ารวม*	เอพิแคคเมียมนิวตรอน**
0	6803	1221	975
9.0	6071	1414	1077
19.0	6659	1751	1150
24.0	6659	1979	1146
28.0	6659	2166	1179

หมายเหตุ \* ไม่ใช้แผ่นแคคเมียมกั้นหน้าหัววัดนิวตรอน

\*\* ใช้แผ่นแคคเมียมกั้นหน้าหัววัดนิวตรอน



w/o Cd = ไม่ใช้แผ่นแคดเมียมกั้นหน้าหัววัดนิวตรอน

w/Cd = ใช้แผ่นแคดเมียมกั้นหน้าหัววัดนิวตรอน

รูปที่ 5.3 ผลการเปรียบเทียบความไวในการวัดรังสีนิวตรอนช้าที่เกิดจากการส่งผ่านเอพิเทอร์มัลนิวตรอนผ่านแผ่นไม้อัดหนา 10 มม. ระหว่างหัววัด  $^3\text{He}$  กับหัววัด  $\text{BF}_3$

5.1.5 ผลการเปรียบเทียบ ระยะสลอว์ดาวน์ (slowing-down length) ของเอพิเทอร์มัลนิวตรอน กับนิวตรอนเร็วในน้ำ

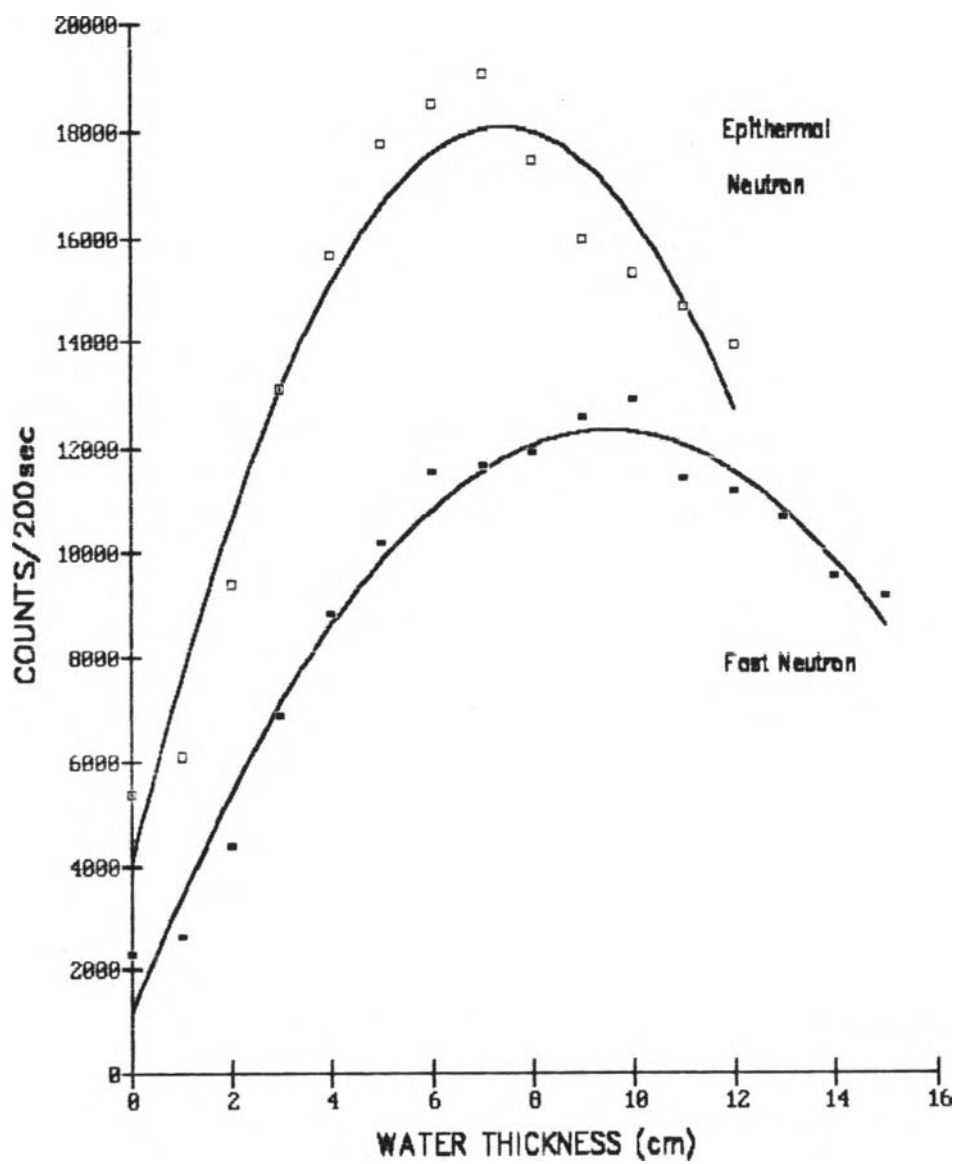
ในการวัดความเข้มของรังสีนิวตรอนช้าที่เกิดขึ้นจากการที่ เอพิเทอร์มัลนิวตรอน และนิวตรอนเร็ววิ่งผ่านน้ำที่มีความหนาต่างๆกัน ได้ระยะสลอว์ดาวน์ของเอพิเทอร์มัลนิวตรอน และของนิวตรอนเร็วมีค่าประมาณ 7 ซม. และ 10 ซม. ตามลำดับ ดังผลการวิจัยที่แสดงในตารางที่ 5.5 และกราฟในรูปที่ 5.4 ซึ่งเป็นการตรวจสอบว่าเอพิเทอร์มัลนิวตรอนที่ใช้ในการหาความถี่ของแผ่นวัสดุ ต้องการจำนวนครั้งในการชนกับโมเลกุลของน้ำน้อยกว่านิวตรอนเร็ว ในการที่จะลดพลังงานลงเป็นนิวตรอนช้าตามที่ต้องการ

ตารางที่ 5.5 ความเข้มของนิวตรอนช้าที่เกิดขึ้นจากการส่งผ่านเอพิเทอร์มัลนิวตรอน และนิวตรอนเร็ว ผ่านน้ำที่มีความหนาต่าง ๆ กัน

ความ หนา ของน้ำ (ซม.)	เอพิเทอร์มัลนิวตรอน				นิวตรอนเร็ว			
	จำนวนนับต่อ 200 วินาที			จำนวน นับเฉลี่ย	จำนวนนับต่อ 200 วินาที			จำนวน นับเฉลี่ย
0	5594	5290	5201	5361	2217	2323	2267	2269
1	5960	6233	6036	6076	2590	2616	2604	2603
2	9434	9286	9342	9354	4403	4323	4398	4374
3	12789	13259	13156	13068	6991	6690	6840	6840
4	15309	16022	15599	15642	9069	8530	8799	8799
5	17440	17884	17992	17772	10830	9784	9875	10163
6	18562	18686	18276	18508	11553	11479	11516	11516
7	19071	18867	19206	19048	11664	11636	11650	11650

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

ความ หนา ของน้ำ (ซม.)	เอพิตอร์มาลนิวตรอน			นิวตรอนเร็ว			
	จำนวนนับต่อ 200 วินาที	จำนวน นับเฉลี่ย	จำนวน	จำนวนนับต่อ 200 วินาที	จำนวน	จำนวน	จำนวน นับเฉลี่ย
8	17739 17302 17279	17440		12213 11601 11907			11907
9	16042 15969 15896	15969		12298 12635 12701			12544
10	15416 15221 15335	15324		12881 12883 12884			12884
11	14732 14465 14800	14665		11360 11488 11370			11406
12	14000 13665 13913	13926		10921 11381 11151			11151
13	ไม่ได้ทำการทดลอง			10922 10459 10590			10657
14	"_____"			9532 9480 9506			9506
15	"_____"			9268 9034 9151			9151



รูปที่ 5.4 ความเข้มรังสีนิวตรอนช้าที่เกิดจากการส่งผ่านเอพิเทอร์มัลนิวตรอน กับนิวตรอนเร็ว ผ่านน้ำที่มีความหนาต่าง ๆ กัน

## 5.2 การสร้างกราฟเปรียบเทียบสำหรับใช้ในการวัดความชื้นของแผ่นวัสดุก่อสร้างบางชนิด

ผลการสร้างกราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนนับรังสีนิวตรอนช้า กับปริมาณความชื้นของแผ่นวัสดุ 6 ชนิด คือ แผ่นไม้อัดหนา 10, 15 และ 20 มม. กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นเรียบหนา 4 และ 6 มม. และ แผ่นซีเมนต์ใยหินอัดหนา 4 มม. ดังแสดงในตารางที่ 5.6 ถึง 5.8 และกราฟในรูปที่ 5.5 ถึง 5.7 แสดงว่าจำนวนนับรังสีนิวตรอนช้าเพิ่มขึ้นแบบเป็นเส้นตรง เมื่อปริมาณความชื้นในแผ่นวัสดุเพิ่มขึ้น ในช่วงที่ทำการเปรียบเทียบ

ตารางที่ 5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับรังสีนิวตรอนช้า กับปริมาณความชื้นของแผ่นไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร

แบบคร่าวด์เฉลี่ย ต่อ 200วินาที	จำนวนนับรังสีสุทธิเฉลี่ย ต่อ 200 วินาที	ปริมาณ ความชื้น (%)
22754	5503	0
25596	6264	5.4
25178	6472	7.9
23095	6608	10.4
24100	7155	13.9
24495	8044	20.4
23717	8840	26.9

หมายเหตุ จำนวนนับรังสีสุทธิเฉลี่ย = จำนวนนับรังสีเฉลี่ย - แบบคร่าวด์เฉลี่ย

ตารางที่ 5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับรังสีนิวตรอนช้า กับปริมาณ  
ความชื้นของแผ่นไม้อัดหนา 15 มิลลิเมตร

แบบคร่าวด์เฉลี่ย ต่อ 200 วินาที	จำนวนนับรังสีสุทธิเฉลี่ย ต่อ 200 วินาที	ปริมาณ ความชื้น (%)
25908	5523	0
27315	5773	3.3
27395	6127	5.2
23699	6256	6.9
23376	6514	10.1
26876	6843	13.7
26336	7132	18.6
28736	7249	20.9
28562	7727	27.8
26147	8420	33.6
26333	9231	38.8

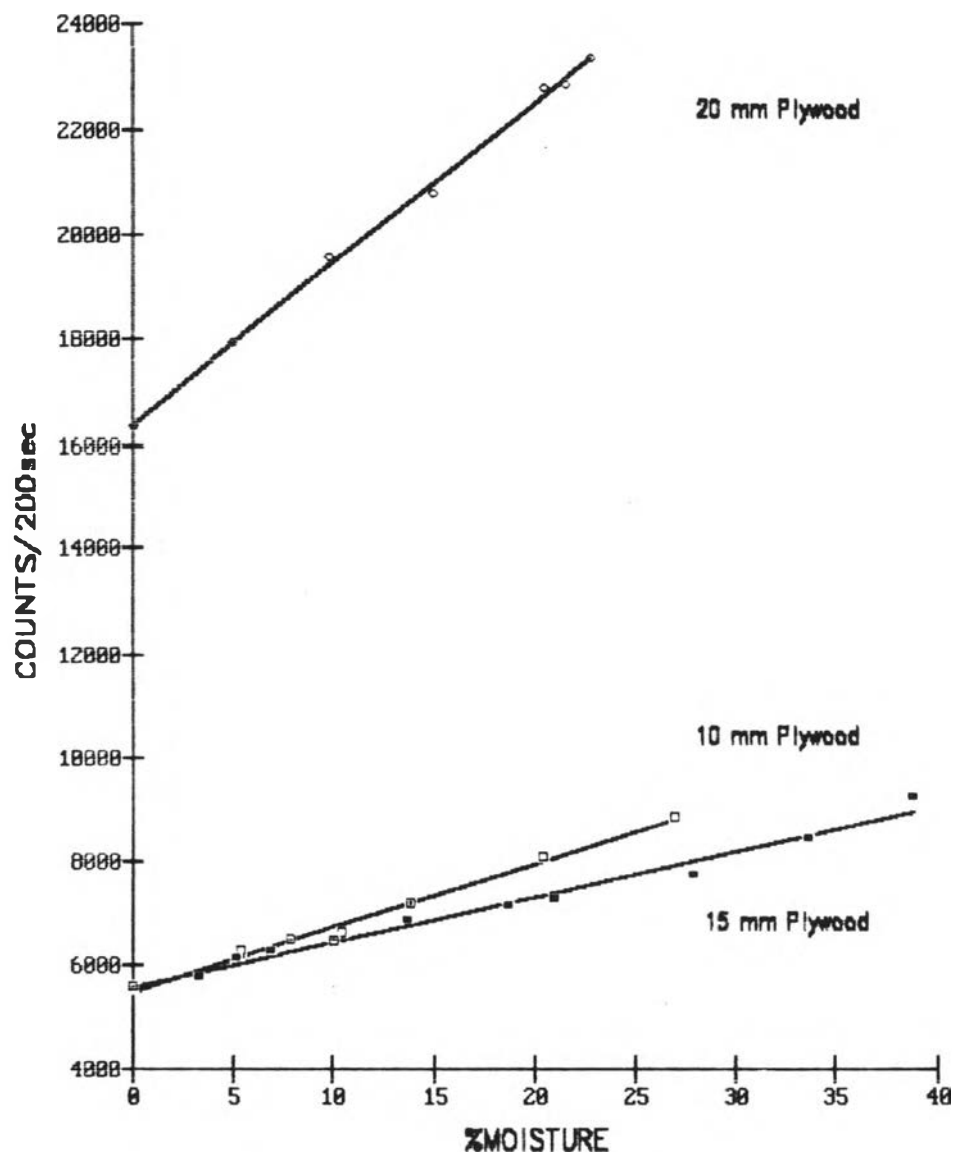
หมายเหตุ จำนวนนับรังสีสุทธิเฉลี่ย = จำนวนนับรังสีเฉลี่ย - แบบคร่าวด์เฉลี่ย

ตารางที่ 5.8 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับรังสีนิวตรอนซ้ำ กับปริมาณ  
ความชื้นของแผ่นไม้อัดหนา 20 มิลลิเมตร

แบบคร่าวดีเฉลี่ย ต่อ 200วินาที	จำนวนนับรังสีสุทธิเฉลี่ย ต่อ 200 วินาที	ปริมาณ ความชื้น (%)
26316	16354	0
24468	17916	5.0
25747	19569	9.8
24585	20773	14.9
22691	22789	20.5
22887	22842	21.6
22677	23338	22.8

หมายเหตุ จำนวนนับรังสีสุทธิเฉลี่ย = จำนวนนับรังสีเฉลี่ย - แบบคร่าวดีเฉลี่ย





A = ไม้ฉัด 10 มม. :  $Y = 125.8132 x + 5468.204$  ,  $r = 0.9933$

B = ไม้ฉัด 15 มม. :  $Y = 87.7648 x + 5544.9161$  ,  $r = 0.9831$

C = ไม้ฉัด 20 มม. :  $Y = 304.1735 x + 16404.5092$  ,  $r = 0.9976$

รูปที่ 5.5 กราฟเปรียบเทียบระหว่างจำนวนนับรังสี กับปริมาณความชื้นของแผ่นไม้ฉัด

ตารางที่ 5.9 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับรังสีนิวตรอนช้า กับปริมาณ  
ความชื้นของกระเบื้องซีเมนต์ยี่ห้อหินแผ่นเรียบหนา 4 มิลลิเมตร

แบบคร่าวด์เฉลี่ย ต่อ 200วินาที	จำนวนนับรังสีสุทธิเฉลี่ย ต่อ 200 วินาที	ปริมาณ ความชื้น (%)
26855	1012	0
24715	1681	3.8
24705	2089	6.4
24324	2574	10.5
24260	3417	15.0
24672	3941	20.8

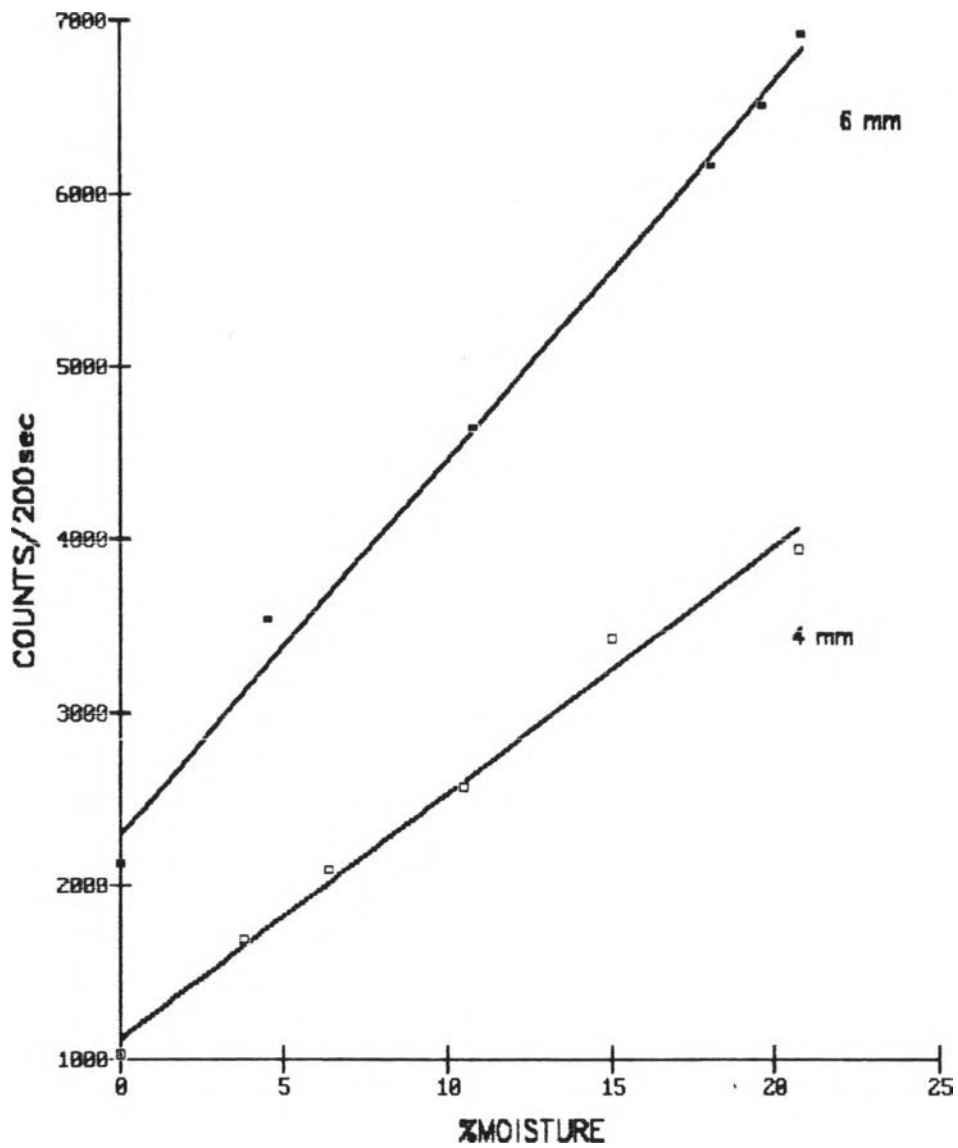
หมายเหตุ จำนวนนับรังสีสุทธิเฉลี่ย = จำนวนนับรังสีเฉลี่ย - แบบคร่าวด์เฉลี่ย



ตารางที่ 5.10 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับรังสีนิวตรอนช้า กับปริมาณ  
ความชื้นของกระเบื้องใยหินแผ่นเรียบหนา 6 มิลลิเมตร

แบบคร่าวด์เฉลี่ย ต่อ 200 วินาที	จำนวนนับรังสีสุทธิเฉลี่ย ต่อ 200 วินาที	ปริมาณ ความชื้น (%)
25489	2125	0
23723	3529	4.5
24478	4640	10.8
24691	6154	18.0
25228	6493	19.6
25346	6904	20.9

หมายเหตุ จำนวนนับรังสีสุทธิเฉลี่ย = จำนวนนับรังสีเฉลี่ย - แบบคร่าวด์เฉลี่ย



กระเบื้องซีเมนต์ไฮทินแผ่นเรียบหนา 4 มิลลิเมตร

$$Y = 142.4516 x + 1112.1015, r = 0.9898$$

กระเบื้องซีเมนต์ไฮทินแผ่นเรียบหนา 6 มิลลิเมตร

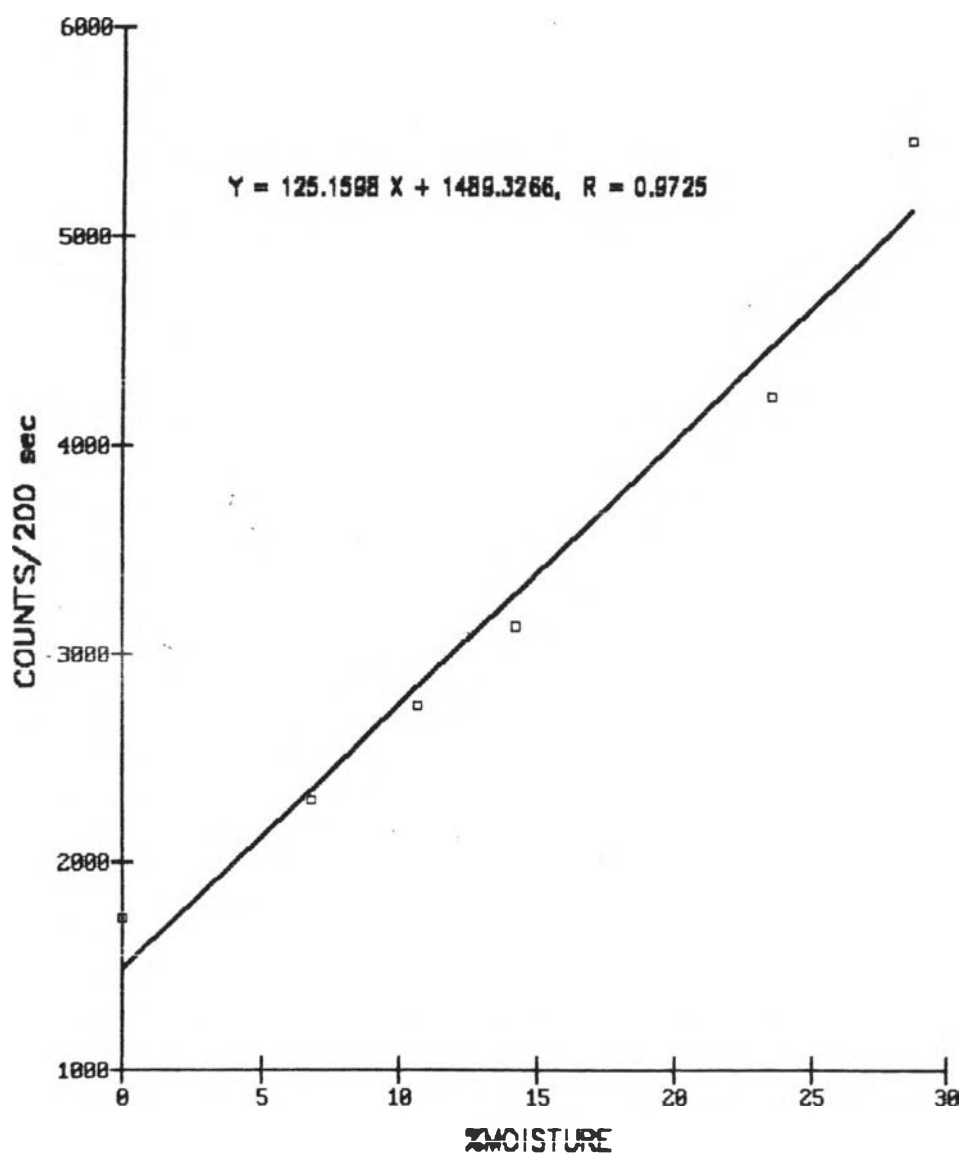
$$Y = 217.0927 x + 2302.1176, r = 0.99398$$

รูปที่ 5.6 กราฟเปรียบเทียบระหว่างจำนวนนับรังสี กับปริมาณความชื้นของกระเบื้องซีเมนต์ไฮทินแผ่นเรียบ

ตารางที่ 5.11 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับรังสีนิวตรอนช้า กับปริมาณ  
ความชื้นของแผ่นขึ้นไม้อัดซีเมนต์หนา 4 มิลลิเมตร

แบบคร่าวด์เฉลี่ย ต่อ 200 วินาที	จำนวนนับรังสีสุทธิเฉลี่ย ต่อ 200 วินาที	ปริมาณ ความชื้น (%)
25489	1721	0
23631	2289	6.8
25951	2740	10.7
23887	3124	14.2
24285	4216	23.6
25073	5441	28.7

หมายเหตุ จำนวนนับรังสีสุทธิเฉลี่ย = จำนวนนับรังสีเฉลี่ย - แบบคร่าวด์เฉลี่ย



รูปที่ 5.7 กราฟปรับเทียบระหว่างจำนวนนับรังสีกับปริมาณความชื้นของแผ่นซีเมนต์อัดซีเมนต์

5.3 ผลการทดลองหาความชื้นในแผ่นไม้อัด กระเบื้องซีเมนต์ไยหินแผ่นเรียบ และแผ่นซีเมนต์ไยอัดซีเมนต์

จากการทดลองสุ่มตัวอย่างแผ่นไม้อัดที่มีความหนา 10, 15 และ 20 มม. กระเบื้องไยหินแผ่นเรียบหนา 4 และ 6 มม. และแผ่นซีเมนต์ไยอัดซีเมนต์หนา 4 มม. ที่มีความชื้นต่างกัน มาทำการวัดความชื้นด้วยวิธีการส่งผ่านเอพิเทอร์มัลนิวตรอน พบว่า ปริมาณความชื้นที่ได้ส่วนมาก มีค่าใกล้เคียงกับผลที่ได้จากวิธีมาตรฐาน ดังผลการวิจัยใน ตารางที่ 5.12 ถึง 5.17

ตารางที่ 5.12 ผลการทดลองวัดความชื้นของแผ่นไม้อัดความหนา 10 มิลลิเมตร ด้วยวิธีการส่งผ่านเอพิเทอร์มัลนิวตรอน

การทดสอบชุดที่ 1

แบบกราวด์ ต่อ 200 วินาที			จำนวนนับรังสีต่อ 200 วินาที					กราฟที่ 5.5	% ความ ชื้นที่อ่าน ได้จาก กราฟที่ 5.5	% ความชื้น โดยวิธี มาตรฐาน	ความผิด พลาด (%)
ครั้งที่ 1	2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	สุทธิ				
25965	25227	25590	31935	31786	31850	31857	6267	6.35	5.43	+0.93	
25425	25171	25298	31562	31842	31726	31710	6412	7.50	7.10	+0.40	
25185	25171	25178	31588	31566	31797	31650	6472	7.98	7.93	+0.05	
23460	23643	23551	30437	30455	30270	30387	6836	10.87	10.49	+0.38	
25195	25171	25183	32628	31854	32098	32193	7010	12.25	12.60	-0.35	
24908	24086	24497	31255	31956	31644	31618	7121	13.14	13.85	-0.71	
23636	23614	23625	32385	32020	32191	32199	8574	24.68	24.00	+0.68	
23147	23056	23101	32570	33011	32653	32745	9644	33.19	32.07	+1.12	

## ตารางที่ 5.12 (ต่อ)

## การทดสอบชุดที่ 2

แบบคร่าวด์ ต่อ 200 วินาที			จำนวนนับรังสีต่อ 200 วินาที					% ความ ชื้นก่อน ได้จาก กราฟที่ 5.5	% ความชื้น โดยวิธี มาตรฐาน	ความผิด พลาด (%)
ครั้งที่ 1	2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	สถิติ			
20794	21000	20897	27035	26961	26859	26951	6054	4.66	5.30	-0.65
20844	20995	20874	27795	27504	27000	27433	6559	8.67	9.71	-1.04
20794	20610	20702	27835	27794	28034	27888	7186	12.65	12.91	+0.74
20998	20813	20905	28327	28112	28579	28339	7434	15.62	14.94	+0.68
21046	20928	20987	28975	28827	29063	28955	7968	19.87	21.17	-1.30
20866	21081	20973	29740	29918	29633	29764	8791	26.41	27.69	-1.28
20753	20976	20864	30376	30257	30328	30320	9466	31.70	33.28	-1.58
20674	20956	20815	30606	30529	30598	30577	9762	34.13	35.80	-1.67



ตารางที่ 5.13 ผลการทดลองวัดความชื้นของไม้อัดความหนา 15 มิลลิเมตร  
ด้วยวิธีการส่งผ่านเอพิเทอร์มาลไมครอน

การทดสอบชุดที่ 1

แบบกราวด์ ต่อ 200 วินาที				จำนวนนับรังสีต่อ 200 วินาที					% ความ ชื้นที่อ่าน ได้จาก กราฟที่ 5.5	% ความชื้น โดยวิธี มาตรฐาน	ความผิด พลาด (%)
ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	สถิติ			
21493	21640	21495	21542	27318	27399	27230	27315	5773	2.60	2.99	-0.39
21304	21457	21380	21380	27400	27328	27421	27383	6003	5.22	6.51	-1.29
21136	21113	21133	21127	27393	27279	27722	27464	6337	9.03	10.29	-1.26
21182	21411	21236	21296	27768	27741	27910	27806	6510	10.99	11.72	-0.73
21603	21430	21311	21448	28186	28091	28182	28153	6705	13.21	12.82	-0.76
21309	21050	21305	21221	27854	27974	27936	27921	6700	13.16	13.98	-0.82
21179	21309	21050	21179	28105	28424	28354	28294	7115	17.89	16.77	+1.12
21405	21382	21532	21459	28541	28679	28681	28634	7075	18.57	20.41	+1.84
21861	21852	21086	21799	29308	29341	29661	29436	7637	23.84	24.9	-1.06
21309	21179	21050	21179	29221	29236	29474	29310	8131	29.47	28.91	+0.56

## ตารางที่ 5.13 (ต่อ)

## การทดสอบชุดที่ 2

แบบคร่าวๆ ต่อ 200 วินาที				จำนวนนับรังสีต่อ 200 วินาที					± ความ ชันที่อ่าน ได้จาก กราฟที่ 5.5	± ความชัน โดยวิธี มาตรฐาน	ความผิด พลาด (%)
ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	สถิติ			
21814	22340	22350	22171	27590	27455	27605	27550	5379	2.18	3.04	-0.86
21414	21605	22450	21823	27572	28181	28279	28010	6187	7.32	7.09	+0.23
21309	21050	21305	21221	27654	27694	27774	27774	6553	11.49	10.71	+0.78
20998	21157	20844	20999	27600	27488	27732	27606	6607	12.10	11.39	+0.71
20998	21157	20844	20999	27722	27742	27940	27788	6789	14.17	13.34	+0.83
21414	21305	21359	21359	27905	27973	28071	27983	6624	12.29	13.02	-0.72
21124	20574	21083	20927	27804	27825	27367	27665	6738	13.59	14.57	-0.98
21382	21592	21179	21384	28641	28589	28743	28657	7273	19.68	18.62	+1.06
21309	21050	21382	21247	28221	28236	28474	28310	7063	17.30	18.12	-0.82
26167	26200	26368	26245	33969	34290	34010	34089	7844	26.20	25.00	+1.20

ตารางที่ 5.14 ผลการทดลองวัดความชื้นของไม้อัดความหนา 20 มิลลิเมตร  
ด้วยวิธีการส่งผ่านเลเซอร์มาลนิวตรอน

การทดสอบชุดที่ 1

แบบคร่าวด์ ต่อ 200 วินาที				จำนวนนับรังสีต่อ 200 วินาที					% ความ ชื้นที่อ่าน ได้จาก กราฟที่ 5.5	% ความชื้น โดยวิธี มาตรฐาน	ความผิด พลาด (%)
ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	สถิติ			
24304	24633	24161	24366	42251	42517	42384	42384	18018	5.30	4.97	-0.33
23778	24165	24696	24213	41582	41857	41519	41652	17433	3.40	3.97	-0.57
25387	25397	25300	25371	44916	44746	44483	44715	19344	9.60	9.77	-0.11
24406	24278	24214	24299	44228	44669	44318	44288	19989	11.78	12.26	-0.48
24404	24320	24306	24343	45445	45348	45310	45367	21024	15.19	15.95	-0.76
24500	24669	24441	24536	46780	46636	46913	46776	22240	19.18	21.04	-1.86

## ตารางที่ 5.14 (ต่อ)

## การทดสอบชุดที่ 2



แบบกราวด์ ต่อ 200 วินาที				จำนวนนับรังสีต่อ 200 วินาที					± ความ สูงที่อ่าน ได้จาก กราฟที่ 5.5	± ความสูง โดยวิธี มาตรฐาน	ความผิด พลาด (%)
ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	สถิติ			
24676	24461	24530	24555	42228	41669	41599	41832	17277	2.87	3.82	-0.95
23812	24214	24229	24085	42272	42408	42700	42460	18375	6.48	5.53	+0.95
25397	25505	25330	25410	44916	44746	44483	44715	19305	9.54	9.77	-0.23
25748	25646	25848	25747	46105	45494	45056	45551	19804	11.18	10.98	-0.20
24404	24320	24320	24348	44730	44425	44443	44532	20184	12.43	13.73	-1.30
23778	24165	24696	24213	46316	46774	46514	46534	22321	19.45	20.61	-1.16
24612	24305	24100	24339	46921	46651	46837	46803	22464	19.92	22.00	-2.08

ตารางที่ 5.15 ผลการทดลองวัดความชื้นของกระเบื้องซีเมนต์ไฮทินแผ่นเรียบหนา  
4 มิลลิเมตร ด้วยวิธีการส่งผ่านเอพิเทอร์มัลนิวตรอน

การทดสอบชุดที่ 1

แบบกราวด์ ต่อ 200 วินาที				จำนวนนับรังสีต่อ 200 วินาที					% ความ ชื้นที่อ่าน ได้จาก กราฟที่ 5.6	% ความชื้น โดยวิธี มาตรฐาน	ความผิด พลาด (%)
ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	สถิติ			
25482	25223	25539	25414	27189	27124	27318	27210	1796	4.80	3.91	+0.89
23931	23858	23483	23575	25707	25984	25614	25768	2193	6.31	7.26	-0.95
23729	23858	23483	23690	26083	26387	26414	26294	2604	10.47	9.30	+1.17
24426	23786	23805	24005	26567	26710	26565	26614	2609	10.51	9.89	+0.62
23972	24490	24826	24429	26957	27374	28008	27446	3017	13.37	14.86	-1.49
24011	23786	23803	23866	27374	27728	27604	27568	3703	18.18	16.79	+1.39
23916	23623	24140	23893	28143	27967	28027	28045	4152	21.34	20.46	-0.88
23587	23750	23998	23778	28891	28874	28755	28840	5062	27.73	26.19	-1.54

## ตารางที่ 5.15 (ต่อ)

## การทดสอบชุดที่ 2

แบบการวัด ต่อ 200 วินาที				จำนวนนับรังสีต่อ 200 วินาที					% ความ ชื้นที่อ่าน ได้จาก กราฟที่ 5.6	% ความชื้น โดยวิธี มาตรฐาน	ความผิด พลาด (%)
ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	สถิติ			
24157	24474	24402	24344	26078	26138	26196	26137	1793	4.78	4.06	+0.72
24687	24742	24715	24714	26560	26578	26446	26528	1814	4.92	4.42	+0.50
23954	24424	24531	24303	26827	26997	27147	26990	2687	11.06	10.31	+0.75
23860	23968	23623	23817	27213	27374	27400	27329	3512	16.85	15.71	+1.14
23587	24044	23978	23869	27671	27914	27803	27796	3927	19.76	20.85	-1.09
23750	23931	23814	23831	27749	27861	27705	27771	3940	19.85	21.07	-1.22
24465	24165	24384	24338	28841	28724	28921	28828	4490	23.71	22.19	+1.52

ตารางที่ 5.16 ผลการทดลองวัดความชื้นของกระเบื้องซีเมนต์ไฮเทินแผ่นเรียบหนา 6 มิลลิเมตร ด้วยวิธีการส่งผ่านเอพิเทอร์มาลนิวตรอน

การทดสอบชุดที่ 1

แบบคร่าวด์ ต่อ 200 วินาที				จำนวนนับรังสีต่อ 200 วินาที					% ความ ชื้นที่อ่าน ได้จาก กราฟที่ 5.6	% ความชื้น โดยวิธี มาตรฐาน	ความผิด พลาด (%)
ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	สถิติ			
23587	23860	23723	23723	26883	27406	27468	27252	3529	5.65	4.51	+1.14
24012	23353	23703	23889	27624	27404	27496	27508	3619	6.07	6.21	-0.14
22212	22609	22289	22370	26008	26015	26495	26172	3802	7.41	8.26	-0.85
23912	23753	23703	23739	28124	28003	28226	28117	4378	9.33	9.07	-0.26
24457	24536	24441	24478	29121	29470	29340	29310	4832	11.65	10.79	-0.86
22412	22509	22189	22370	28008	28015	28405	28142	5772	15.98	15.36	-0.62
23421	23483	23289	23397	29719	29577	29831	29709	6312	18.47	17.67	+0.8
24350	24360	24201	24303	31889	31534	31371	31598	7296	22.99	21.54	+1.45

ตารางที่ 5.16 (ต่อ)

## การทดสอบชุดที่ 2

แบบกราวด์ ต่อ 200 วินาที				จำนวนนับรังสีต่อ 200 วินาที					% ความ ชื้นที่อ่าน ได้จาก กราฟที่ 5.6	% ความชื้น โดยวิธี มาตรฐาน	ความผิด พลาด (%)
ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	สถิติ			
23288	23483	23421	23397	26365	25694	25954	26004	2607	1.40	3.05	-1.65
24085	24276	24196	24185	27524	27471	27391	27462	3277	4.49	5.26	-0.77
24417	24506	24486	24469	28787	29122	29301	29073	4694	10.6	10.91	-0.31
25201	25410	25346	25319	29972	29587	29838	29798	4479	10.03	11.26	-1.23
25709	25269	25228	25402	30681	29804	30294	30259	4857	11.77	12.68	-0.91
24979	25268	25206	25151	30915	31217	30845	30992	5841	16.38	15.84	+0.46
23421	23483	23452	23452	29719	29577	29833	29709	6257	18.22	17.86	+0.36
25412	24964	25317	25231	31779	32002	31911	31897	6666	20.19	19.62	+0.48



ตารางที่ 5.17 ผลการทดลองวัดความชื้นของแผ่นชั้นไม้อัดซีเมนต์ หน้า 4 มิลลิเมตร  
ด้วยวิธีการส่งผ่านเอพิเทอร์มัลนิวตรอน

การทดสอบชุดที่ 1

แบบกราวด์ ต่อ 200 วินาที				จำนวนนับรังสีต่อ 200 วินาที					% ความ ชื้นที่อ่าน ได้จาก กราฟที่ 5.7	% ความชื้น โดยวิธี มาตรฐาน	ความผิด พลาด (%)
ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	สถิติ			
23931	23858	23483	23757	25707	25984	25845	25845	2088	4.78	5.18	-0.40
24207	23850	23969	24008	26083	25893	26387	26121	2113	4.98	6.06	-1.08
23860	23968	23623	23817	26572	26475	26448	26498	2681	9.52	8.79	+0.73
25465	25175	25182	25274	28143	27967	28027	28045	2771	10.24	10.88	-0.64
25223	25928	26282	25811	29069	29100	29304	29157	3346	14.83	15.74	-0.9
23729	24490	24826	24348	27980	28008	27889	27959	3611	16.95	18.65	-1.70
24295	24085	24477	24285	28773	28499	28132	28468	4183	21.52	22.55	-1.02
23729	24490	24109	24109	27980	28008	27889	27959	3850	18.86	20.75	-1.89
23916	23623	23859	23799	28891	28874	28872	28879	5080	28.69	29.13	-0.44

## ตารางที่ 5.17 (ต่อ)

## การทดสอบชุดที่ 2

แบบกราวด์ ต่อ 200 วัตต์				จำนวนขั้วรังสีต่อ 200 วัตต์					% ความ ชื้นที่อ่าน ได้จาก กราฟที่ 5.7	% ความชื้น โดยวิธี มาตรฐาน	ความผิด พลาด (%)
ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	2	3	เฉลี่ย	สุทธิ			
24011	23542	23341	23631	25285	25758	26019	25687	2056	4.53	5.33	-0.80
24040	23916	23623	23859	26708	26541	26262	26503	2644	9.23	8.36	+0.87
23729	24436	24139	24115	27374	28728	26771	26957	2842	10.21	10.03	-0.78
25465	25175	25182	25274	28143	27967	28027	28045	2771	10.24	10.88	-0.84
23856	23967	23623	23815	27465	27448	27572	27495	3680	17.5	15.76	+1.74
24490	24826	23910	24408	27980	28008	27981	27989	3581	16.71	15.82	+0.89
25171	24569	24613	24784	28842	28755	28901	28832	4048	20.44	21.38	-0.94
23587	23614	23906	23702	28891	29021	28790	28900	5198	29.63	29.24	+0.39