



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การประเมินความสามารถของการออกแบบส่วนผสมผิวทางแอสฟัลต์แบบซูเปอร์เพฟ (SUPERPAVE) และ มาร์แชล (Marshall) ต่อสภาพอากาศและการจราจรในประเทศไทย
ของเขตพื้นที่ศึกษาเฉพาะ “ภาคเหนือ”

**Performance evaluation of SUPERPAVE and Marshall asphalt mix design suitable
for Thailand climatic and traffic conditions in the study area of North Thailand**

โดย

ดร.พีรพงศ์ จิตเสงี่ยม

ธันวาคม 2554

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การประเมินความสามารถของการออกแบบส่วนผสมผิวทางแอสฟัลต์แบบซูเปอร์เพฟ (SUPERPAVE) และ มาร์แชล (Marshall) ต่อสภาพอากาศและการจราจรในประเทศไทย
ของเขตพื้นที่ศึกษาเฉพาะ “ภาคเหนือ”

**Performance evaluation of SUPERPAVE and Marshall asphalt mix design suitable
for Thailand climatic and traffic conditions in the study area of North Thailand**

ดร.พีรพงศ์ จิตเสงี่ยม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) และสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา(สกอ) รวมไปถึงมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ต้นสังกัดขณะที่ได้รับทุนวิจัยนี้ ที่ได้สนับสนุนเงินทุนและทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อการวิจัยโครงการนี้ อีกทั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับหัวข้อในงานวิจัย คือสำนักวิจัยและพัฒนาทาง กรมทางหลวง รวมทั้ง สำนักทางหลวงที่ 4 พิษณุโลก ที่ได้ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อโครงการวิจัยนี้

การดำเนินงานวิจัยมีอาจสำเร็จลุล่วงไปได้หากปราศจากความร่วมมือของผู้บริหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้สนับสนุนในการเดินทางไปเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้ รวมไปถึงการอนุญาตให้ทำงานวิจัยในห้องปฏิบัติการในช่วงปิดภาคการศึกษา และที่จะต้องขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้คือ ดร.ธรรณวิธ สวัสดิ์สถานต์ วิศวกรโยธา 8 กรมทางหลวงที่เป็นผู้จุดประกายในการทำวิจัยโครงการนี้ รวมไปถึงการสนับสนุนในส่วนของการข้อมูลที่ได้จากกรมทางหลวงได้ดำเนินงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ จนงานวิจัยเสร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อประชาชนทั่วไปผู้ประกอบการ และผู้ที่ต้องเกี่ยวข้องกับการก่อสร้างถนนทุกท่าน

บทคัดย่อ

Project Code: MRG5280105

Project Title:

การประเมินความสามารถของการออกแบบส่วนผสมผิวทางแอสฟัลต์แบบซูเปอร์เพฟ (Superpave) และ มาร์แชล (Marshall) ต่อสภาพอากาศและการจราจรในประเทศไทย ของเขตพื้นที่ศึกษาเฉพาะ “ภาคเหนือ

Investigator: ดร.พีรพงศ์ จิตเสงี่ยม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

E-mail Address: top257@gmail.com

Project Period: 2552-2554

ระบบการก่อสร้างผิวทางในประเทศไทยส่วนใหญ่จะใช้แอสฟัลต์ (Asphalt) ทำเป็นวัสดุผิวทาง ส่วนวัสดุพื้นทาง (Base course materials) จะใช้วัสดุที่สามารถหาได้ในพื้นที่บริเวณก่อสร้างและเป็นไปตามข้อกำหนดของการก่อสร้าง แต่ก็มีถนนหรือทางหลวงบางสายที่ก่อสร้างโดยใช้คอนกรีต (Concrete) เป็นวัสดุผิวทาง แต่ก็ยังมีจำนวนไม่มากนักเมื่อเทียบกับผิวทางแบบแอสฟัลต์

คุณสมบัติหลักของแอสฟัลต์ (Asphalt) หรือ แอสฟัลติกคอนกรีต (Asphaltic Concrete) ที่นำมาใช้สำหรับการก่อสร้างผิวถนนประกอบด้วย เสถียรภาพ (stability) ความคงทน (durability) ความยืดหยุ่น (flexibility) และ ความต้านทานการลื่นไถล (skid resistance) ซึ่งโดยทั่วไปวิธีการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์นั้นมุ่งเน้นที่จะหาปริมาณที่เหมาะสมของแอสฟัลต์ (Optimum asphalt content) ในส่วนผสม (Mixtures) ที่รวมด้วยมวลรวมหยาบ (Coarse aggregate) เช่น หินขนาดต่าง และมวลรวมละเอียด (Fine aggregate) เช่น ทราย และผงฝุ่น โดยส่วนผสมที่ได้มานั้นจะต้องแสดงคุณสมบัติที่ต้องการ เป็นที่ยอมรับได้ และวิธีการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์แบบมาร์แชล ตามวิธีการของ ASTM D 1559 ยังคงใช้กันอย่างแพร่หลายในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์สำหรับผิวทาง

ประเทศไทยในปัจจุบันมาตรฐานการวิเคราะห์และออกแบบถนนยังคงเป็นแบบวิธีเอ็มพีริกัล (Empirical method) ซึ่งจะอาศัยประสบการณ์ที่ได้รับการสั่งสมมาในการออกแบบและก่อสร้างร่วมด้วยการทดสอบแบบง่าย เช่น การทดสอบหาค่า CBR (California Bearing Ratio) ของวัสดุชั้นพื้นทางและรองพื้นทาง เป็นตัวประกอบหลักในการออกแบบถนน ซึ่งวิธีการดังกล่าวในปัจจุบันถือว่ามีความไม่เหมาะสมอยู่หลายประการ เช่น ถนนที่ได้รับการออกแบบโดยใช้วิธีการแบบเอ็มพีริกัล มีอายุการใช้งานสั้นกว่าที่ออกแบบไว้อย่างมาก และความสัมพันธ์ของตัวประกอบในการออกแบบ เช่น น้ำหนักที่กระทำ สภาวะแวดล้อม คุณสมบัติวัสดุ เป็นความสัมพันธ์ที่มาจากประสบการณ์ โดยมีได้มีพื้นฐานมาจากความสัมพันธ์ที่ได้จากการบวนการทดสอบและวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นที่น่าสังเกตว่า สภาพพื้นผิวทางหลวงที่ใช้กันในประเทศมีความเสียหายค่อนข้างมาก โดยประเมินอย่างคร่าวๆแล้ว น่าจะเกิน 70 เปอร์เซ็นต์ของทาง

หลวงทั้งประเทศ นั้นเป็นเครื่องบ่งชี้ว่าได้เกิดความผิดพลาดขึ้นในส่วนของการวิเคราะห์ ออกแบบ หรือ การก่อสร้างถนนของประเทศไทย ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นดังกล่าว วิธีการออกแบบโดยวิธีเอ็มพีริกัล ไม่สามารถที่จะบอกถึงสาเหตุที่แท้จริงของความเสียหายที่เกิดขึ้นกับถนนได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้การพัฒนาองค์ความรู้ในการที่จะนำการออกแบบส่วนผสมผิวทางแบบซูเปอร์เพฟ (SUPERPAVE) มาใช้สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างถนนในประเทศไทย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งยวด เนื่องจากเป็นที่พิสูจน์แล้วว่าการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ที่ใช้กันอยู่ในประเทศไทยในปัจจุบันตามแบบวิธีการของมาร์แชล ไม่เป็นที่ยอมรับอีกต่อไปในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา และ ประเทศในทวีปยุโรป แต่ในประเทศไทยยังมีการใช้วิธีการออกแบบส่วนผสมดังกล่าวโดยวิธีนี้อยู่ในประเทศไทย กอปรกับสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผิวทางแบบแอสฟัลต์ที่มีให้เห็นอยู่เป็นจำนวนมาก ในทางหลวงของประเทศ อีกทั้งงานวิจัยทางด้านวิศวกรรมทางที่มุ่งเน้นจะพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับวิศวกรรมทางยุคใหม่ (A new era of pavement engineering) ที่ไม่ใช้การวิเคราะห์และประเมินแบบเอ็มพีริกัลอีกต่อไป ที่รู้จักกันในชื่อของ การออกแบบผิวทางแบบเมคานิสติก (Mechanistic pavement design) และ การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ดังกล่าวตามวิธีการใหม่นี้ก็เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบแนวใหม่ ซึ่งเป็นที่ตื่นตัวกันมากในประเทศที่พัฒนาแล้ว แต่สำหรับในประเทศไทยงานวิจัยดังกล่าวยังมีอยู่น้อยมาก จึงน่าจะมีโครงการวิจัยนำร่องที่ศึกษาความเป็นไปได้และพัฒนาองค์ความรู้ใหม่รวมถึงคำแนะนำในเบื้องต้นสำหรับการนำการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ตามวิธีการของซูเปอร์เพฟมาใช้ในประเทศไทย

จากผลการศึกษาแม้ว่าผลจากการศึกษานี้พบว่าก่อนตัวอย่างแอสฟัลต์ที่ได้จากวิธี Superpave จะมีความสามารถที่ดีกว่าก่อนตัวอย่างแบบมาร์แชล และใช้ยางน้อยกว่า แต่เมื่อต่อคำถามที่ว่าถึงเวลาที่จะเปลี่ยนแปลงไปใช้การออกแบบตามวิธีการของ Superpave หรือยังสำหรับประเทศไทย คำตอบอาจจะต้องมีการศึกษาถึงความเหมาะสมเพิ่มเติมอีกหลายประการ โดยต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในด้านการปฏิบัติงานรวมด้วย เนื่องจากวิธีการของ Superpave มีข้อกำหนดที่เพิ่มขึ้นหลายอย่าง แต่ที่น่าจะส่งผลอย่างมากต่อวงการก่อสร้างถนนในประเทศไทยก็คือ ข้อกำหนดของยางแอสฟัลต์ จากการศึกษาจะพบว่า ยางแอสฟัลต์ชนิด AC60-70 ที่ใช้กันอยู่ในประเทศไทยไม่สามารถที่จะใช้ได้ในระบบของ Superpave เมื่อพิจารณาถึงสภาพอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดของประเทศไทย ประเด็นนี้เป็นประเด็นที่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการก่อสร้างถนนของประเทศไทยจะต้องหันมาให้ความสนใจอย่างจริงจัง เนื่องจากเกี่ยวข้องกับชีวิตและความปลอดภัยของคนส่วนใหญ่ที่ใช้ถนนและงบประมาณจำนวนมหาศาล สำหรับการก่อสร้างและซ่อมแซมถนนของประเทศไทยในแต่ละปี

Keywords: SUPERPAVE; Marshall; Asphalt mix design; Asphalt binders; Performance Grade asphalt

ABSTRACT

Project Code: MRG5280105

Project Title: Performance evaluation of SUPERPAVE and Marshall asphalt mix design suitable for Thailand climatic and traffic conditions in the study area of North Thailand

Investigator: Dr. Peerapong Jitsangiam Rajamongala University of Technology Lanna (RMUTL)

E-mail Address: top257@gmail.com

Project Period: 2552-2554

The most commonly used asphalt mix design in Thailand still relies on the Marshall Mix design procedure which is empirical in its nature, in the sense that it is based on data produced by experiment/observation rather than “in-field” data. As a result of this, the Marshall Mix design procedure gives rise to substantial drawbacks regarding the replication of the real or actual behaviour of asphalt during the construction phase and in actual in service conditions.

The Strategic Highway Research Program (SHRP) has developed the Superior Performance asphalt Pavements (SUPERPAVE) mix design procedure which shifts to a large degree, away from the empiricism of the Marshall Mix design to provide a more reliable and responsive solution to actual pavement conditions.

In this research, a comprehensive evaluation of the locally available aggregate (that is usually utilised in asphalt mixtures in Thailand) was carried out to ascertain whether the material is able to conform to the new SUPERPAVE mix design requirements.

A performance grading map was generated to cover the study area, namely the North part of Thailand, according to the highest and lowest temperature ranges that the asphalt might be subjected to. Using local materials, and considering loading and environmental conditions, a comparative study of the performance of two mixes, designed by using SUPERPAVE and Marshall Mix design procedures, was carried out in this research.

Samples from both mixes were prepared in line with the designs, and asphalt contents and aggregate gradations were subjected to comprehensive mechanical evaluation testing. These tests included Marshall Stability, Loss of Marshall Stability, Indirect Tensile Strength, Loss of Indirect Tensile Strength, Resilient Modulus, and Creep. In all of the tests performed - under Thailand climatic conditions - the SUPERPAVE mixes proved their superiority over the Marshall mixes.

Keywords: SUPERPAVE; Marshall; Asphalt mix design; Asphalt binders; Performance Grade asphalt

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	iii
บทคัดย่อ	iv
สารบัญ	viii
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	5
1.3 ขอบเขตการศึกษา	6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 การศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 สาระสำคัญเกี่ยวกับผิวทางแบบแอสฟัลต์	8
2.2 ผิวทางแบบซูเปอร์เพฟ (Superpave)	18
2.3 ข้อกำหนดคุณสมบัติของยางแอสฟัลต์ระบบ Superpave	23
2.4 อิทธิพลของคุณสมบัติยางแอสฟัลต์ต่อสมรรถนะในการใช้งานของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต	27
2.5 วัสดุผสมรวม	31
2.6 การออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Superpave	43
2.7 คุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต	47
2.8 การทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต	50
บทที่ 3 วิธีการในการศึกษา	
3.1 การคัดเลือกยางแอสฟัลต์และมวลรวมให้ไปเป็นไปตามข้อกำหนดของ Superpave ในเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือ	56
3.2 วิธีการออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์แบบ Superpave เขตพื้นที่ภาคเหนือ	61
3.3 ขั้นตอนการออกแบบส่วนผสมโดยวิธี Superpave	64
3.4 การเตรียมก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีต	72

3.5	การทดสอบก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีต	74
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง		
4.1	การประเมินและเปรียบเทียบระบบยางที่ใช้กันอยู่ในประเทศไทยและระบบ PG ของระบบ Superpave	84
4.2	การประเมินอุณหภูมิของเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือ เพื่อจัดระบบยางแอสฟัลท์ PG ตามข้อกำหนดของระบบ Superpave	90
4.3	การประเมินวัสดุมวลรวมตามข้อกำหนดของกรมทางหลวงกับมวลรวมตามข้อกำหนดของ Superpave	94
4.4	การออกแบบส่วนผสม Superpave	97
4.5	การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต	100
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ		
5.1	ชนิดของยางแอสฟัลต์	102
5.2	ขนาดกะของมวลรวมส่วนผสมแอสฟัลต์	103
5.3	การออกแบบส่วนผสม	104
5.4	การเปรียบเทียบความสามารถของก้อนตัวอย่างจากผลการทดลอง	105
5.5	ข้อเสนอแนะ	106
	เอกสารอ้างอิง	107
	ภาคผนวก	108

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบการก่อสร้างผิวทางในประเทศไทยส่วนใหญ่จะใช้แอสฟัลต์ (Asphalt) ทำเป็นวัสดุผิวทาง ส่วนวัสดุพื้นทาง (Base course materials) จะใช้วัสดุที่สามารถหาได้ในพื้นที่บริเวณก่อสร้างและเป็นไปตามข้อกำหนดของการก่อสร้าง แต่ก็มีถนนหรือทางหลวงบางสายที่ก่อสร้างโดยใช้คอนกรีต (Concrete) เป็นวัสดุผิวทาง แต่ก็มีจำนวนไม่มากนักเมื่อเทียบกับผิวทางแบบแอสฟัลต์

คุณสมบัติหลักของแอสฟัลต์ (Asphalt) หรือ แอสฟัลต์คอนกรีต (Asphaltic Concrete) ที่นำมาใช้สำหรับการก่อสร้างผิวถนนประกอบด้วย เสถียรภาพ (stability) ความคงทน (durability) ความยืดหยุ่น (flexibility) และ ความต้านทานการลื่นไถล (skid resistance) ซึ่งโดยทั่วไปวิธีการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์นั้นมุ่งเน้นที่จะหาปริมาณที่เหมาะสมของแอสฟัลต์ (Optimum asphalt content) ในส่วนผสม (Mixtures) ที่รวมด้วยมวลรวมหยาบ (Coarse aggregate) เช่น หินขนาดต่าง และมวลรวมละเอียด (Fine aggregate) เช่น ทราย และผงฝุ่น โดยส่วนผสมที่ได้มานั้นจะต้องแสดงคุณสมบัติที่ต้องการ เป็นที่ยอมรับได้ และวิธีการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์แบบมาร์แชล ตามวิธีการของ ASTM D 1559 ยังคงใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์สำหรับผิวทางในประเทศไทย

ซึ่งประเทศไทยในปัจจุบันมาตรฐานการวิเคราะห์และออกแบบถนนยังคงเป็นแบบวิธีเอ็มพิริคัล (Empirical method) ซึ่งจะอาศัยประสบการณ์ที่ได้รับการสั่งสมมาในการออกแบบและก่อสร้างร่วมด้วยการทดสอบแบบง่าย เช่น การทดสอบหาค่า CBR (California Bearing Ratio) ของวัสดุชั้นพื้นทางและรองพื้นทาง เป็นตัวประกอบหลักในการออกแบบถนน ซึ่งวิธีการดังกล่าวในปัจจุบันถือว่ามีความไม่เหมาะสมอยู่หลายประการ เช่น ถนนที่ได้รับการออกแบบโดยใช้วิธีการแบบเอ็มพิริคัล มีอายุการใช้งานสั้นกว่าที่ออกแบบไว้อย่างมาก และความสัมพันธ์ของตัวประกอบในการออกแบบ เช่น น้ำหนักที่กระทำ สภาวะแวดล้อม คุณสมบัติวัสดุ เป็นความสัมพันธ์ที่มาจากประสบการณ์ โดยมีได้มีพื้นฐานมาจากความสัมพันธ์ที่ได้จากกระบวนการทดสอบและวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นที่น่าสังเกตว่า สภาพพื้นผิวทางหลวงที่ใช้กันในประเทศมีความเสียหายค่อนข้างมาก โดยประเมินอย่างคร่าวๆแล้ว น่าจะเกิน 70 เปอร์เซ็นต์ของทางหลวงทั้งประเทศ นั่นเป็นเครื่องบ่งชี้ว่าได้เกิดความผิดพลาดขึ้นในส่วนของ

การวิเคราะห์ ออกแบบ หรือ การก่อสร้างถนนของประเทศไทย ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นดังกล่าว วิธีการออกแบบโดยวิธีเอ็มพีริกัล ไม่สามารถที่จะบอกถึงสาเหตุที่แท้จริงของความเสียหายที่เกิดขึ้นกับถนนได้

จากงานวิจัยการสำรวจสภาพความเสียหายและหาสาเหตุของความเสียหายหลักของถนนลาดยางในประเทศไทยของกรมทางหลวงซึ่งดำเนินการโดยสำนักวิจัยและพัฒนาทางร่วมกับนักศึกษาระดับปริญญาโทของคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ชันวิน และคณะ 2551) พบว่าถนนจำนวนมากในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงเกิดความเสียหายก่อนอายุการใช้งานที่ได้ออกแบบไว้โดยมีร่องล้อ (Rutting) เป็นความเสียหายหลักลำดับที่หนึ่ง และการแตกร้าวของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต (Cracking) และเป็นความเสียหายหลักลำดับที่สอง โดยจากการวิเคราะห์สภาพความเสียหายและการเจาะเก็บก้อนตัวอย่าง ทำให้สามารถสรุปได้ว่าการเกิดร่องล้อนั้นน่าจะเกิดขึ้นทั้งในชั้นแอสฟัลต์คอนกรีตและในชั้นโครงสร้างทางด้านล่าง ซึ่งสะท้อนถึงสาเหตุของปัญหา อันได้แก่ ความแข็งแรงของโครงสร้างทางที่ไม่เพียงพอ น้ำหนัก รถบรรทุกและปริมาณจราจรที่เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน สภาพอากาศร้อนในประเทศไทย และคุณสมบัติของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตและชั้นโครงสร้างทางด้านล่างที่ไม่สามารถรองรับการใช้งานในสภาวะรุนแรงในช่วงต้นได้ ดังนั้นสำนักวิจัยและพัฒนาทางจึงได้จัดทำโครงการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวทั้งในด้านการปรับปรุงการออกแบบโครงสร้างทางเพื่อให้มีความแข็งแรงที่เพียงพอ และด้านการปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุโครงสร้างทางโดยเฉพาะวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต

อย่างไรก็ตามอีกเหตุผลหนึ่งของความเสียหายของผิวทางในเวลาที่ไม่นานนักหลังการก่อสร้างน่าจะเนื่องมาจากการยังมีการการใช้วิธีการของมาร์แชลในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ ซึ่งวิธีการของมาร์แชลนี้ยังคงมีพื้นฐานมาจากการประเมินแบบเอ็มพีริกัล โดยมีข้อจำกัดหลายประการในเรื่องความแม่นยำและถูกต้องในการประเมินผลกระทบที่มาจากสภาวะแวดล้อม สภาพการจราจร คุณสมบัติและชนิดของวัสดุต่อความสามารถในการรับน้ำหนักของผิวทาง (Pavement performance) เนื่องด้วยความไม่ตอบสนองต่อสภาพของผิวทางในยุคปัจจุบันทำให้ วิธีการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์โดยวิธีการนี้ถูกถอดจาก American Standard Testing Procedures ตามมาตรฐาน ASTM ในปี พ.ศ. 2539 (Ali, 2006) จากสถานการณ์ดังกล่าวทำให้มีความต้องการวิธีการออกแบบส่วนผสมที่มีความถูกต้องแม่นยำและสามารถที่จะตอบสนองต่อสภาพของผิวทางในปัจจุบันได้ ดังนั้น จึงมีการจัดตั้ง the Strategic Highway Research Program (SHRP) โดยสภาองค์กรของประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อที่จะพัฒนามาตรฐานและข้อกำหนดสำหรับวัสดุเชื่อมประสานแอสฟัลต์ (Asphalt binder) และ การ

ออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ ซึ่งมาจากการวิเคราะห์และทดสอบที่ถูกต้อง จนในที่สุด SHRP ได้เสนอระบบการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์แบบใหม่ ซึ่งรู้จักกันในชื่อ SUPERPAVE (SUperior PERformance PAVement) ซึ่งเชื่อกันว่า น่าจะเป็นวิธีการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ที่ตอบสนองต่อสภาพถนนในปัจจุบันและอนาคตที่ดีที่สุดในโลกขณะนี้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้การพัฒนาองค์ความรู้ในการที่จะนำการออกแบบส่วนผสมผิวทางแบบซูเปอร์เพฟ (Superpave) มาใช้สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างถนนในประเทศไทย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งยวด เนื่องจากเป็นที่พิสูจน์แล้วว่าการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ที่ใช้กันอยู่ในประเทศไทยในปัจจุบันตามแบบวิธีการของมาร์แชล ไม่เป็นที่ยอมรับอีกต่อไปในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา และ ประเทศในทวีปยุโรป แต่ในประเทศไทยยังมีการใช้วิธีการออกแบบส่วนผสมดังกล่าวโดยวิธีนี้ในประเทศไทย กอปรกับสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผิวทางแบบแอสฟัลต์ที่มีให้เห็นอยู่เป็นจำนวนมากในทางหลวงของประเทศ อีกทั้งงานวิจัยทางด้านวิศวกรรมทางที่มุ่งเน้นจะพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับวิศวกรรมทางยุคใหม่ (A new era of pavement engineering) ที่ไม่ใช้การวิเคราะห์และประเมินแบบเอ็มพีริคัลอีกต่อไป ที่รู้จักกันในชื่อของ การออกแบบผิวทางแบบเมคานิสติก (Mechanistic pavement design) และ การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ดังกล่าวตามวิธีการใหม่นี้ก็เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบแนวใหม่นี้ ซึ่งเป็นที่ตื่นตัวกันมากในประเทศที่พัฒนาแล้ว

สำหรับสถานการณ์ปัจจุบันของประเทศไทยด้านการปรับปรุงการออกแบบโครงสร้างทางนั้นสำนักวิจัยและพัฒนาทาง กรมทางหลวง กำลังดำเนินการวิจัยเพื่อที่จะนำการออกแบบเชิงวิเคราะห์ (Analytical Design) มาใช้ในการออกแบบ โดยเริ่มจากถนนที่มีปริมาณจราจรสูง ซึ่งในการออกแบบเชิงวิเคราะห์นั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลคุณสมบัติ สมรรถนะและแบบจำลองความเสียหายจากการใช้งาน (Distress Model) ของวัสดุโครงสร้างทางทุกชั้น ตั้งแต่วัสดุผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต วัสดุพื้นทาง รองพื้นทาง รวมทั้งวัสดุดินเดิม (Roadbed Soil) เพื่อ เป็นข้อมูลในการออกแบบ ซึ่งสำนักวิจัยและพัฒนาทางได้เริ่มทำการเก็บข้อมูลดังกล่าว ประกอบไปกับการพัฒนากระบวนการคัดเลือกวัสดุและออกแบบส่วนผสมของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต โดยยึดแนวทางของการออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีซูเปอร์เพฟ (Superpave) ซึ่งพัฒนาขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นหลัก เพื่อนำมาใช้งานแทนการออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชล (Marshall) ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยกรมทางหลวงโดยอาจมีการปรับปรุงในบางส่วนเพื่อให้เหมาะสมกับเงื่อนไขของประเทศไทย ทั้งในด้านภูมิอากาศ วัสดุ และความพร้อมของเครื่องมือและบุคลากรในการดำเนินงานทดสอบ ออกแบบและควบคุมคุณภาพวัสดุ

ในส่วนของการศึกษาการออกแบบส่วนผสมของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Superpave การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุมวลรวมและยางแอสฟัลต์ และการทดสอบคุณสมบัติ สมรรถนะและแบบจำลองความเสียหายจากการใช้งานของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต นั้น สำนักวิจัยและพัฒนาทางได้ร่วมคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการดำเนินการวิจัย โดยได้มีนักศึกษาระดับปริญญาโทของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จำนวน 8 คนร่วมทำการวิจัยและนำผลการทดสอบที่ได้ไปใช้ในการจัดทำวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับคุณสมบัติ สมรรถนะและแบบจำลองความเสียหายจากการใช้งานของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต ในขณะที่สำนักวิจัยและพัฒนาทางได้ดำเนินการทดสอบเพิ่มเติมและรวบรวมผลการทดสอบทั้งหมดเพื่อใช้ในการสรุปผลการนำการทดสอบวัสดุและการออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Superpave มาใช้งานในประเทศไทย รวมทั้งจัดทำฐานข้อมูลคุณสมบัติ สมรรถนะและแบบจำลองความเสียหายจากการใช้งานของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผลิตจากยางแอสฟัลต์ และวัสดุมวลรวมชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบเชิงวิเคราะห์ และการพัฒนาโครงสร้างทางที่มีความแข็งแรงทนทาน สอดคล้องกับสภาพการใช้งาน และเงื่อนไขต่างๆ ของประเทศไทย (ธวัชและคณะ 2551)

อย่างไรก็ตามแม้ว่ากรมทางหลวงนำโดยสำนักพัฒนาและวิจัยงานทางจะเริ่มโครงการวิเคราะห์และศึกษาในการนำแนวทางการวิเคราะห์และออกแบบแบบใหม่มาใช้กับประเทศไทย แต่ขอบเขตการศึกษาก็ยังอยู่ในวงจำกัด ต้องการงานวิจัยเสริมเพื่อให้กรอบการศึกษาวิจัยครอบคลุมลักษณะสภาพภูมิประเทศและอากาศของประเทศไทยในทุกๆภาค จึงน่าจะมีโครงการวิจัยนำร่องที่ศึกษาความเป็นไปได้และพัฒนาองค์ความรู้ใหม่รวมถึงคำแนะนำในเบื้องต้นสำหรับการนำการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ตามวิธีการของซูเปอร์เพฟมาใช้ในเขต ภาคเหนือของประเทศไทย

โดยคาดหวังว่าผลการศึกษาจากโครงการวิจัย “การประเมินความสามารถของการออกแบบส่วนผสมผิวทางแอสฟัลต์แบบซูเปอร์เพฟ(SUPERPAVE) และ มาร์แชล (Marshall) ต่อสภาพอากาศและการจราจรในประเทศไทย ของเขตพื้นที่ศึกษาเฉพาะ ภาคเหนือ” น่าจะส่งผลดีต่อองค์ความรู้ทางด้านวิศวกรรมการทางยุคใหม่โดยรวม เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในการออกแบบผิวทางและส่วนผสมแอสฟัลต์ ตามแนวทางการออกแบบผิวทางแบบเมคานิสติก ซึ่งน่าจะถูกนำมาใช้ในประเทศไทยในอนาคตอันใกล้ตามแนวทางการดำเนินงานของกรมทางหลวง

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์หลัก

- เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ด้วยวิธีการแบบซูเปอร์เพฟ (SUPPERPAVE) และวิธีการแบบมาร์แชล (Marshall) ที่เหมาะสมกับสภาพอากาศ และสภาพจราจรในประเทศไทย ของเขตพื้นที่ศึกษาเฉพาะภาคเหนือ

วัตถุประสงค์รอง

- เพื่อเป็นโครงการวิจัยนำร่องสำหรับเป็นพื้นฐานในการวิจัยเกี่ยวกับวิศวกรรมทางยุคใหม่ (A new era of pavement engineering) ซึ่งจะเข้ามามีบทบาทในประเทศไทย ในไม่ช้า
- เพื่อเป็นตัวอย่างแนวทางในการนำวิธีการออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Superpave ซึ่งคำนึงถึงปริมาณจราจรและสภาพการใช้งานจริงของเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือ มาใช้ในการออกแบบ ส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตของกรมทางหลวง
- เพื่อการเปรียบเทียบผลการออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ได้จากการออกแบบโดยวิธี Superpave และกับผลจากการออกแบบ โดยวิธี Marshall
- เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผลิตขึ้นจากหินและยางแอสฟัลต์ชนิดต่าง ๆ ที่มีใช้อยู่ในเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 มวลรวมที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่

- หินแกรนิตของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Wearing Course ที่ใช้ในโครงการก่อสร้างในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างในเขตพื้นที่รับผิดชอบของ สำนักทางหลวงที่ 4 พิษณุโลก
- โดยให้มีคุณสมบัติและขนาดของมวลรวมเป็นไปตามข้อกำหนดของกรมทางหลวงและข้อกำหนดของวิธีทดสอบซูเปอร์เพฟ

1.3.2 ยางแอสฟัลต์ที่ใช้ในการศึกษาคือ ยางแอสฟัลต์ชนิด AC 60-70 ซึ่งเป็นมาตรฐานยางแอสฟัลต์ที่ใช้ก่อสร้างทั่วไปในประเทศไทย โดยเปรียบเทียบยางแอสฟัลต์ชนิด AC60-70 กับเกรดยางแอสฟัลต์ในระบบ PG ตามข้อกำหนด Superpave ซึ่งเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิและปริมาณการจราจร

1.3.3 อุณหภูมิสภาพภูมิอากาศที่ใช้ในการวิเคราะห์เกรดยางแอสฟัลต์ที่เหมาะสมในระบบ PG ตามข้อกำหนด Superpave ในรายงานฉบับนี้ เป็นข้อมูลที่ได้จากข้อมูลสภาพ

ภูมิอากาศของภาคเหนือ ตั้งแต่ปี 2542 ถึง 2552 จาก ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ เชียงใหม่

- 1.3.4 ข้อมูลผลการทดสอบของมวลรวมในรายงานฉบับนี้ส่วนหนึ่งอ้างอิงมาจากการทดสอบวัสดุมวลรวมของส่วนวิเคราะห์วัสดุฐานทาง สำนักทางหลวงที่ 4 พิษณุโลก และได้ทำการทดลองคุณสมบัติทางกายภาพและทางวิศวกรรมของวัสดุมวลรวม บางส่วนตามมาตรฐานของกรมทางหลวงและตามมาตรฐาน Superpave
- 1.3.5 ทำการออกแบบส่วนผสมของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Superpave และ เปรียบเทียบผลที่ได้กับส่วนผสมเฉพาะงาน (Job Mix Formula) ของวัสดุแอสฟัลต์ คอนกรีตที่ใช้ในงานก่อสร้างจริงที่ออกแบบโดยวิธี Marshall
- 1.3.6 ทำการทดลองคุณสมบัติทางกายภาพและทางวิศวกรรมของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต ได้แก่ ค่า Marshall Stability และ Flow ค่ากำลังรับแรงดึงทางอ้อม ค่าความต้านทาน ความเสียหายจากความชื้น ค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) และค่าความ ต้านทานการยุบตัวอย่างถาวร(Permanent Deformation) หรือ Dynamic creep test ทั้งนี้ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นวิธีการทดสอบและผลการทดสอบโดยละเอียดของ คุณสมบัติของยางแอสฟัลต์บางส่วนอ้างอิงมาจากการทดสอบของสำนักวิจัยและ พัฒนางานทาง กรมทางหลวง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 สามารถนำแนวทางออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Superpave มาใช้ ในการออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตของกรมทางหลวง สำหรับเขตพื้นที่ ศึกษาภาคเหนือ ซึ่งจะทำให้สามารถออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีสมรรถนะ สูงได้ดีกว่าการออกแบบโดยวิธี Marshall
- 1.4.2 ทำให้ทราบข้อแตกต่าง ข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดของการออกแบบส่วนผสมวัสดุ แอสฟัลต์คอนกรีต โดยวิธี Superpave เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการออกแบบโดยวิธี Marshall และสามารถเลือกใช้วิธีการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้เหมาะสม กับเงื่อนไขในการทำงาน

บทที่ 2

การศึกษาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 นี้จะนำเสนอเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกจะเป็นความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ ผิวทางแบบแอสฟัลต์ ซึ่งจะเป็นการรวบรวมองค์ความรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของวัสดุแอสฟัลต์และการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ที่ใช้งานในปัจจุบันของประเทศไทย ในส่วนที่สอง จะเป็นองค์ความรู้และความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวัสดุแอสฟัลต์และองค์ความรู้ในการออกแบบส่วนผสมแบบ Superpave โดยงานทั้งสองส่วนนี้ได้ทำการรวบรวมมาจากประสบการณ์ตรงของทีมวิจัย กับเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงข้อมูลจากสำนักวิจัยและพัฒนาทาง กรมทางหลวง

2.1 สารสำคัญเกี่ยวกับผิวทางแบบแอสฟัลต์

2.1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแอสฟัลต์สำหรับผิวทาง

Jitsangiam(2007) ได้สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับแอสฟัลต์สำหรับการเป็นวัสดุผิวทางเอาไว้ว่า:

- ตามความหมายดั้งเดิมวัสดุแอสฟัลต์(Asphalt) นั้น เป็นวัสดุสีดำที่มีลักษณะเหนียวที่มีความหนืดสูงขณะที่เป็นของเหลวหรืออาจจะมีสภาพเป็นวัสดุกึ่งของแข็ง (Semi-solid) ซึ่งจะได้จากการบวนการกลั่นน้ำมันดิบและหาได้จากแหล่งธรรมชาติเช่นกันเรียกว่าแอสฟาทัม (Asphaltum)



รูปที่ 2.1 โรงงานกลั่นน้ำมันซึ่งเป็นแหล่งที่ได้มาของแอสฟัลต์ส่วนใหญ่ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน (Washington Asphalt Pavement Association, 2007)



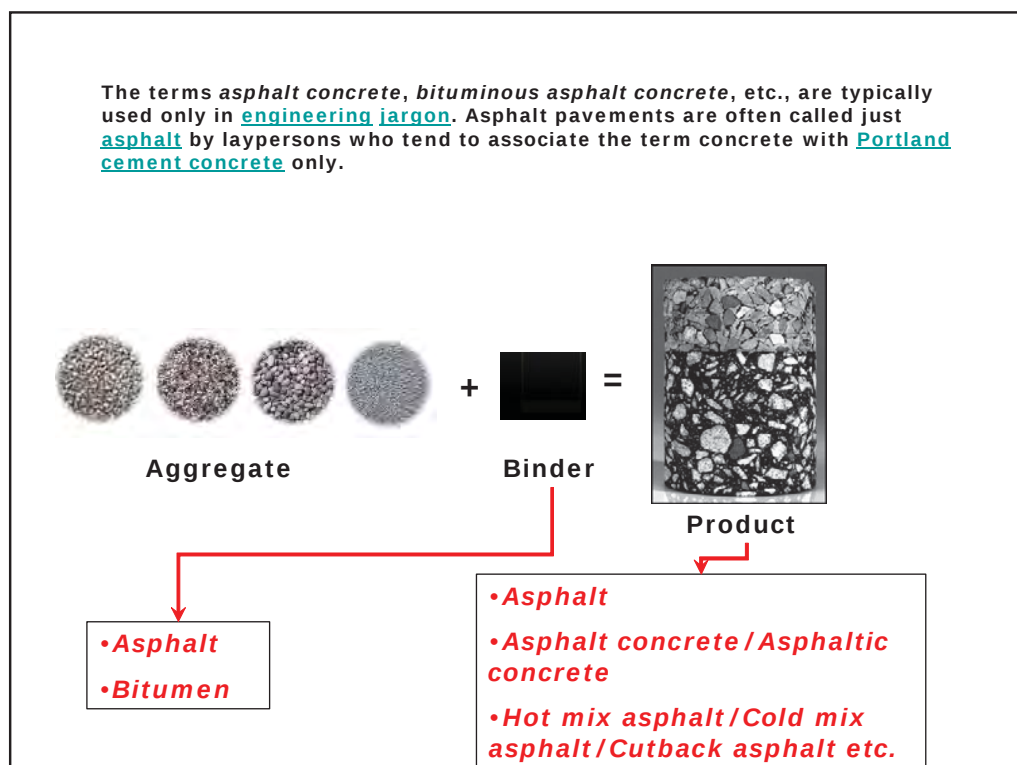
รูปที่ 2.2 Trinidad Lake ซึ่งเป็นแหล่งแอสฟัลต์ธรรมชาติ (Washington Asphalt Pavement Association, 2007)

- ในสหรัฐอเมริกา คำว่าแอสฟัลต์หรือแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Asphalt cement) เป็นศัพท์ที่ใช้เรียกวัสดุที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ แต่สำหรับพื้นที่อื่น ๆ มักจะใช้คำว่าบิทูเมน(Bitumen) แทนวัสดุดังกล่าว
- สำหรับการใช้ออสฟัลต์หรือบิทูเมนในอุตสาหกรรมการก่อสร้างถนนนั้น จะใช้แอสฟัลต์เป็นตัวเชื่อมประสานระหว่างอนุภาคของมวลรวมเพื่อใช้เป็นวัสดุผิวทาง (Road surfacing) ซึ่งบางทีวัสดุผิวทางที่ประกอบด้วยตัวเชื่อมประสานและมวลรวมนี้ก็จะถูกเรียกว่าแอสฟัลต์หรือแอสฟัลต์คอนกรีตเช่นกัน
- ศัพท์คำว่าแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt concrete) หรือ แอสฟาลติกคอนกรีต (Asphatic concrete) เป็นอีกศัพท์ที่ใช้เรียกตามความหมายของแอสฟัลต์ กับมวลรวมเพื่อใช้เป็นวัสดุก่อสร้างในการทำผิวทาง



รูปที่ 2.3 รูปแสดงลักษณะทางกายภาพของ แอสฟัลต์ หรือ แอสฟัลต์คอนกรีต และ แอสฟาลติกคอนกรีต(Highway maintenance,2007)

- ในปัจจุบันถนนที่ใช้แอสฟัลต์เป็นวัสดุผิวทางมีประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของถนนในสหรัฐอเมริกาและมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ในออสเตรเลีย
- องค์ประกอบของแอสฟัลต์สำหรับผิวทางโดยทั่วไปจะประกอบด้วย ตัวเชื่อมประสาน (Binder) มวลรวมหยาบ (Coarse aggregate) มวลรวมละเอียด (Fine aggregate) และ แร่ตัวเติม (Mineral filler)



รูปที่ 2.4 แสดงองค์ประกอบและคำจำกัดความของแอสฟัลต์ แอสฟัลคอนกรีต หรือ แอสฟาลติกคอนกรีต (Jitsangiam, 2007)

2.1.2 การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์

WAPA pavement guide (2007) ได้กล่าวถึงการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์เอาไว้ว่า:
หลักการพื้นฐาน (Fundamentals)

โดยทั่วไปการผสมตัวเชื่อมประสานแอสฟัลต์หรือแอสฟัลต์กับมวลรวมจะกระทำกัน ณ อุณหภูมิสูงเพื่อให้แอสฟัลต์อยู่ในสภาพเหลวจึงสามารถที่จะทำการผสมกับมวลรวมได้ จึงได้มีการเรียกการออกแบบส่วนผสมโดยวิธีนี้ว่า การออกแบบส่วนผสมแบบร้อน (Hot mix asphalt design) และ ผลผลิตที่ได้มักจะถูกเรียกว่า HMA (Hot mix asphalt)

ซึ่ง HMA นี้จะมีองค์ประกอบหลักก็คือ ตัวเชื่อมประสาน (แอสฟัลต์ ตัวเชื่อมประสานแอสฟัลต์ หรือ บิทูเมน) กับมวลรวม การออกแบบส่วนผสม HMA คือกระบวนการเพื่อจะหาว่า อะไรคือมวลรวมที่เหมาะสมที่จะถูกใช้ อะไรคือวัสดุเชื่อมประสานที่เหมาะสมที่จะถูกใช้ และมาตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างตัวเชื่อมประสานและมวลรวมมีค่าเท่าไร ซึ่งจากกระบวนการที่จะตอบคำถามเหล่านี้ มีอยู่หลายวิธีแตกต่างกัน แต่ที่รู้จักกันดีคือ วิธีการของฮวีม (Hveem method) วิธีการของมาร์แชล (Marshall method) และ วิธีการของซูเปอร์เพฟ (SUPERPAVE method)



รูปที่ 2.5 รูปแสดงการ ผสมและทำตัวอย่างแอสฟัลต์สำหรับการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ (WAPA pavement guide,2007)

ตัวแปรของการออกแบบส่วนผสม (Variables)

HMA เป็นวัสดุผสมจากวัสดุต่างชนิดกันเพื่อให้เป็นวัสดุผสมที่สามารถที่จะต้านทานการเปลี่ยนรูป (Deformation) การแตกร้าว (Cracking) และมีความคงทน (Durability) ตลอดอายุการใช้งาน เพื่อป้องกันน้ำซึมผ่านสู่ผิวจราจรพื้นทาง อีกทั้งยังต้องเป็นวัสดุที่ช่วยเพิ่มความยึดเกาะระหว่างผิวทางกับยานพาหนะ เพื่อเป็นเพิ่มความสามารถในการขับขี่ของผู้ใช้ถนน โดยจะต้องเป็นวัสดุที่มีราคาที่ไม่สูงนักและง่ายต่อการก่อสร้าง จากความมุ่งหวังของ HMA ที่กล่าวในข้างต้น ผู้ที่ทำการออกแบบส่วนผสม HMA จะต้องสามารถจัดการกับองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนเพื่อให้ตอบสนองต่อความมุ่งหวังดังกล่าว โดยวัสดุหลักของ HMA ประกอบด้วย

- **มวลรวม (Aggregate)** - จะต้องมีการพิจารณาคุณลักษณะต่างๆเพื่อประกอบการตัดสินใจ คุณลักษณะดังกล่าว เช่น ขนาดและขนาดละเอียด (Size and gradation) ความแข็งแรงและความต้านทานต่อการขัดสี (Toughness and abrasion resistance) ความคงทน (Durability) องค์ประกอบของมวลรวม (Texture) และ รูปร่าง (Shape)
- **แอสฟัลต์หรือตัวเชื่อมประสานแอสฟัลต์ (Asphalt or Asphalt binder)** - จะต้องถูกพิจารณาคุณลักษณะต่างๆ เช่น ความคงทน ความข้นเหลว (Consistency) ความหนืด (Viscosity) และความบริสุทธิ์ (Purity) เพื่อประกอบการตัดสินใจ
- **อัตราส่วนของตัวเชื่อมประสานแอสฟัลต์กับมวลรวม (Ratios of asphalt binder to aggregate)** - โดยทั่วไปใช้ในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์ตัวเชื่อมประสานแอสฟัลต์ต่อน้ำหนักรวมของ HMA ซึ่งจะเป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของ HMA ได้ดีกว่าการใช้ปริมาตร เนื่องจาก ความถ่วงเฉพาะ (Specific gravity) ของมวลรวมมักจะแตกต่างกัน

วัตถุประสงค์ของการออกแบบส่วนผสม (Objectives)

โดยการประเมินตัวแปรของการออกแบบส่วนผสมซึ่งประกอบด้วย มวลรวม ตัวเชื่อมประสานแอสฟัลต์ และ อัตราส่วนระหว่างมวลรวมและตัวเชื่อมประสาน เพื่อที่จะได้ HMA ที่สามารถจะตอบสนองต่อคุณสมบัติต่อไปนี้:

ความต้านทานต่อการเปลี่ยนรูป (Deformation resistance) – HMA ที่ดีจะต้องไม่ปรากฏการเสียรูปในรูปของร่องล้อ (Rutting) และการบวมด้านข้าง (Shoving) เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะรับ

น้ำหนักจากการจราจร ซึ่งการเสียรูปดังกล่าวจะเกี่ยวพันกับ ลักษณะผิวของมวลรวม ความต้านทานต่อการคืบสี ขนาดผลของมวลรวม รวมไปถึงปริมาณของแอสฟัลต์ใน HMA และความชื้นของแอสฟัลต์ ณ อุณหภูมิสูง

ความต้านทานต่อความล้า (*Fatigue resistance*) – HMA ที่ดีจะต้องไม่ปรากฏการแตกร้าว (Cracking) จากการกระทำของน้ำหนักบรรทุกในสภาวะซ้ำ (Repeated loading) ในช่วงระยะเวลาที่ออกแบบไว้ ซึ่งการแตกร้าวจากความล้า (Fatigue cracking) ของ HMA จะเกี่ยวพันกับ ปริมาณแอสฟัลต์ใน HMA และ สติฟเนส (Stiffness)

ความต้านทานการแตกร้าวเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ (*Low temperature cracking resistance*) – HMA ไม่ควรที่จะแตกร้าวเมื่ออยู่ภายใต้อุณหภูมิต่ำ ซึ่งความเสียหายดังกล่าวมักจะสัมพันธ์กับค่าสติฟเนสของแอสฟัลต์ ณ อุณหภูมิต่ำ

ความคงทน (*Durability*) – HMA จำเป็นต้องมีอายุยืนยาวตลอดระยะเวลาที่ได้รับการออกแบบไว้ ซึ่งความคงทนของ HMA จะสัมพันธ์กับปริมาณช่องว่างอากาศ (Air voids) ใน HMA อีกทั้งความหนาของชั้นแอสฟัลต์บางรอบอนุภาคของมวลรวม

ความต้านทานความเสียหายเนื่องจากความชื้น (*Moisture damage resistance*) – HMA ที่ดีจะต้องมีความสามารถที่จะรักษาความคงสภาพเนื่องจากความชื้นเข้าสู่ HMA ซึ่งความต้านทานความเสียหายเนื่องจากความชื้นของ HMA นี้สัมพันธ์กับ ช่องว่างอากาศใน HMA รวมถึง มวลรวมและ องค์ประกอบทางเคมีของ HMA

ความต้านทานต่อการลื่นไถล (*Skid resistance*) – HMA จะถูกก่อสร้างเป็นส่วนหนึ่งของผิวทาง ดังนั้นจะต้องให้ความเสียดทานกับล้อยางของยานพาหนะเพียงพอ ความต้านทานต่อการลื่นไถลต่ำมักจะเกี่ยวพันกับคุณลักษณะของมวลรวม และปริมาณของแอสฟัลต์ใน HMA

การทำงานได้ (*Workability*) – HMA จะต้องสามารถที่จะทำงานง่าย ทั้งการก่อสร้างและบดอัด ซึ่งการทำงานได้ของ HMA นี้จะสัมพันธ์กับ องค์ประกอบของมวลรวม รูปร่าง ขนาด ขนาดผล ปริมาณของแอสฟัลต์ และความชื้นของตัวเชื่อมแอสฟัลต์ อีกทั้ง รวมถึงอุณหภูมิ ณ ขณะที่ทำการก่อสร้าง

ขั้นตอนการออกแบบส่วนผสมพื้นฐาน (Basis procedure)

การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์โดยวิธีการต่างๆ จะมีกระบวนการพื้นฐาน 3 ขั้นตอนที่เหมือนกันคือ:

การคัดเลือกมวลรวม (Aggregate selection) – ลักษณะของมวลรวมที่เป็นที่ต้องการสำหรับการออกแบบส่วนผสม HMA นั้นจะถูกกำหนดโดยองค์กร และหน่วยงานที่รับผิดชอบแตกต่างกันออกไป แต่โดยทั่วไปจะมีการทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติของมวลรวมที่หาได้ในแต่ละแหล่ง ซึ่งคุณสมบัติทางด้านขนาดและขนาด จะถูกกำหนดเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้น อย่างน้อยที่สุดมวลรวมจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในเรื่องของขนาด

การคัดเลือกตัวเชื่อมประสานแอสฟัลต์ (Asphalt binder selection) – การประเมินตัวเชื่อมประสานแอสฟัลต์สำหรับออกแบบส่วนผสม HMA นั้น แต่ละองค์กรที่เกี่ยวข้องจะกำหนดมาตรฐานการทดสอบที่แตกต่างกันออกไป เช่น ในรัฐเวอร์จิเนีย สหรัฐอเมริกาในปัจจุบันจะให้ระบบ Superpave PG system สำหรับคัดเลือกตัวเชื่อมประสานแอสฟัลต์ ซึ่งในอดีตได้ใช้ ระบบ Aged residue (AR) viscosity grading

การหาปริมาณแอสฟัลต์ที่เหมาะสม (Optimum asphalt binder content determination) – วิธีการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ จะมีวิธีการที่แตกต่างกันออกไปในการหาค่าปริมาณแอสฟัลต์ที่เหมาะสม แต่ก็สามารถที่จะสรุปได้เป็นหลักการคร่าวๆได้ว่า

1. เตรียมตัวอย่างทดสอบจากหลายๆอัตราส่วนผสมที่มีความแตกต่างกันในปริมาณของแอสฟัลต์
2. บดอัดตัวอย่างดังกล่าวในข้างต้นในห้องทดลอง ซึ่งการบดอัดนี้ควรจะทำให้เหมือนสภาพการทำงานจริงให้มากที่สุด
3. ทดสอบหาคุณสมบัติที่สำคัญจากตัวอย่างที่ได้รับการบดอัดแล้ว
4. คัดเลือกปริมาณแอสฟัลต์ที่เหมาะสมจากตัวอย่างที่ให้คุณสมบัติเป็นไปตามความต้องการมากที่สุด

2.1.3 ข้อจำกัดของการทดสอบวัสดุเชื่อมประสานแอสฟัลต์ (Asphalt binders) ในปัจจุบัน

Asi (2006) ได้ทำการประเมินการใช้การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ตามแบบวิธีการของซูเปอร์เพพในจอร์เจียและได้ทำการสรุปว่า การทดสอบวัสดุเชื่อมประสานแอสฟัลต์ในปัจจุบันนั้นส่วนใหญ่ยังใช้วิธีการทดสอบแบบเก่าที่มุ่งเน้นเฉพาะการหาคุณสมบัติทางด้านกายภาพของวัสดุแอสฟัลต์ เช่น การทดสอบ ความเจาะลึก (Penetration) ความหนืด (Viscosity) ความเหนียว (Ductility) โดยการทดสอบนี้จะกระทำ ณ อุณหภูมิมาตรฐาน โดยผลที่ได้นั้นบอกได้แต่เพียงว่าวัสดุแอสฟัลต์นั้นเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ แต่ยังมีข้อจำกัดหลายอย่าง ประกอบด้วย:

- การทดสอบส่วนใหญ่เป็นการทดสอบเพื่อใช้ในการประเมินแบบเอ็มพิริกัล ซึ่งไม่สามารถที่จะเชื่อมโยงถึงความสามารถของผิวทาง (Pavement performance) ภายใต้น้ำหนักที่กระทำได้
- การทดสอบไม่สามารถที่จะบอกผลได้เป็นช่วงของอุณหภูมิ เนื่องจากใช้ค่าอุณหภูมิมาตรฐานเพียงค่าเดียว ซึ่งไม่ตอบสนองต่อสภาพความเป็นจริงในสภาวะแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอยู่ตลอดเวลา ยกตัวอย่างเช่น ความหนืด ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอันหนึ่งของวัสดุเชื่อมประสานแอสฟัลต์ โดย ความหนืด จะบอกพฤติกรรมของวัสดุที่อุณหภูมิสูงๆเท่านั้น ส่วน ณ อุณหภูมิปานกลางหรือต่ำคุณสมบัติดังกล่าวไม่สามารถที่จะบ่งบอกพฤติกรรมของวัสดุได้

2.1.4 การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์โดยวิธีการของมาร์แชล

วัชรินทร์ (2549) ได้สรุปแนวทางการทดสอบคุณสมบัติแอสฟัลต์โดยวิธีมาร์แชลไว้ว่า การทดสอบคุณสมบัติของแอสฟัลต์เกี่ยวกับเสถียรภาพ การไหล หน่วยน้ำหนัก ค่าร้อยละของช่องว่างอากาศ ค่าร้อยละของช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวม ค่าร้อยละของช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ เพื่อนำไปหาค่าร้อยละของแอสฟัลต์ที่ทำให้แอสฟัลต์มีช่องว่างอากาศประมาณร้อยละ 4 ซึ่งเป็นปริมาณช่องว่างอากาศที่เหมาะสมของส่วนผสม โดยค่าเสถียรภาพและการไหลวัดได้จากการทดสอบโดยตรง ส่วนค่าอื่นๆได้จากการคำนวณความสัมพันธ์เชิงมวลและปริมาตรของส่วนผสม

Pavement interactive (2007) ได้สรุปแนวทางเกี่ยวกับการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์โดยวิธีของมาร์แชลเอาไว้ว่า วิธีการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์โดยวิธีการนี้ได้มีการเริ่มการพัฒนาโดย มร.บรูซ มาร์แชล (Mr. Bruce Marshall) ของ Mississippi Highway Department ในปี 1939 และ

ได้รับการปรับปรุงโดย U.S. Army ในเวลาต่อมา ซึ่งเป็นวิธีการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ที่มุ่งเน้นที่จะหาปริมาณที่เหมาะสมของแอสฟัลต์ของตัวอย่างทดสอบที่มีความหนาแน่นที่ต้องการและยังให้ค่าเสถียรภาพและการไหลที่เป็นไปตามความต้องการ

ขั้นตอนการออกแบบส่วนผสมตามวิธีการของมาร์แชลประกอบด้วย 6 ขั้นตอนคือ

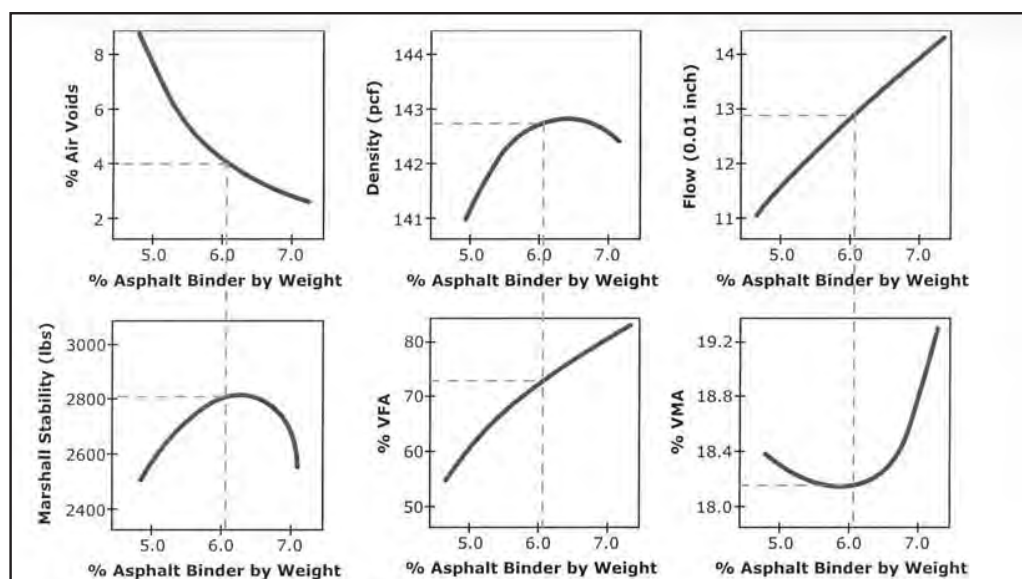
1. การคัดเลือกมวลรวมที่เหมาะสม
2. การคัดเลือกตัวเชื่อมประสานแอสฟัลต์ที่เหมาะสม
3. การเตรียมตัวอย่าง (รวมถึงการบดอัดตัวอย่างในเครื่องบดอัดแบบมาร์แชล)
4. การทดสอบเพื่อหาค่าเสถียรภาพ
5. การคำนวณหาค่าความหนาแน่นและช่องว่างอากาศของตัวอย่างทดสอบ
6. การประเมินหาค่าปริมาณแอสฟัลต์ที่เหมาะสม



รูปที่ 2.6 เครื่องบดอัดตัวอย่างมาร์แชล(WAPA pavement guide,2007)



รูปที่ 2.7 เครื่องมือทดสอบหาค่าเสถียรภาพของมาร์แชล(WAPA pavement guide,2007)



รูปที่ 2.8 แสดงการหาปริมาณแอสฟัลต์ที่เหมาะสม ที่ช่องว่างอากาศในตัวอย่าง 4 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีการของมาร์แชล(WAPA pavement guide,2007)

2.2 ผิวทางแบบซูเปอร์เพฟ (Superpave)

ในปี พ.ศ. 2530 โครงการ The Strategic Highway Research Program (SHRP) ได้ถูกจัดตั้งขึ้นมาในประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อปรับปรุงสมรรถนะ ความคงทนทานในการใช้งานของถนนและความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้นสำหรับผู้ขับขี่และผู้เกี่ยวข้องกับทางหลวง โดยโครงการ SHRP ได้พัฒนากระบวนการออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต ที่มีสมรรถนะในการใช้งานให้ดีขึ้นกว่าเดิมภายใต้อุณหภูมิและสภาวะร้ายแรง และการกระทำของน้ำนักบรรทุจากจากการจราจรปริมาณสูง โดยได้ใช้ชื่อว่าซูเปอร์เพฟ (Superpave) ซึ่งเป็นชื่อย่อของคำว่า Superior PERforming Asphalt PAVement (Superpave) โดยครอบคลุมด้วยหัวข้อที่สำคัญ 3 หัวข้อได้แก่

1. วิธีการแบ่งเกรดยางแอสฟัลต์และการเลือกเกรดยางแอสฟัลต์ที่เหมาะสม
2. วิธีการออกแบบส่วนผสมเชิงปริมาตรของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต
3. วิธีการทดสอบคุณสมบัติและสมรรถนะในการใช้งานของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต

นอกจากนี้ Superpave ยังได้จัดทำข้อกำหนดคุณสมบัติของมวลรวมที่จะนำมาใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตไว้อีกด้วย ซึ่งผู้เขียนได้นำมาสรุปไว้ในบทบทวนการศึกษาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 นี้ด้วย

2.2.1 ยางแอสฟัลต์

ยางมะตอยหรือยางแอสฟัลต์ซีเมนต์นั้นได้มีหลายชื่อเรียก โดยมีที่มาของยางแอสฟัลต์และรายละเอียดต่าง ๆ ดังจะได้อธิบายไว้ต่อไป

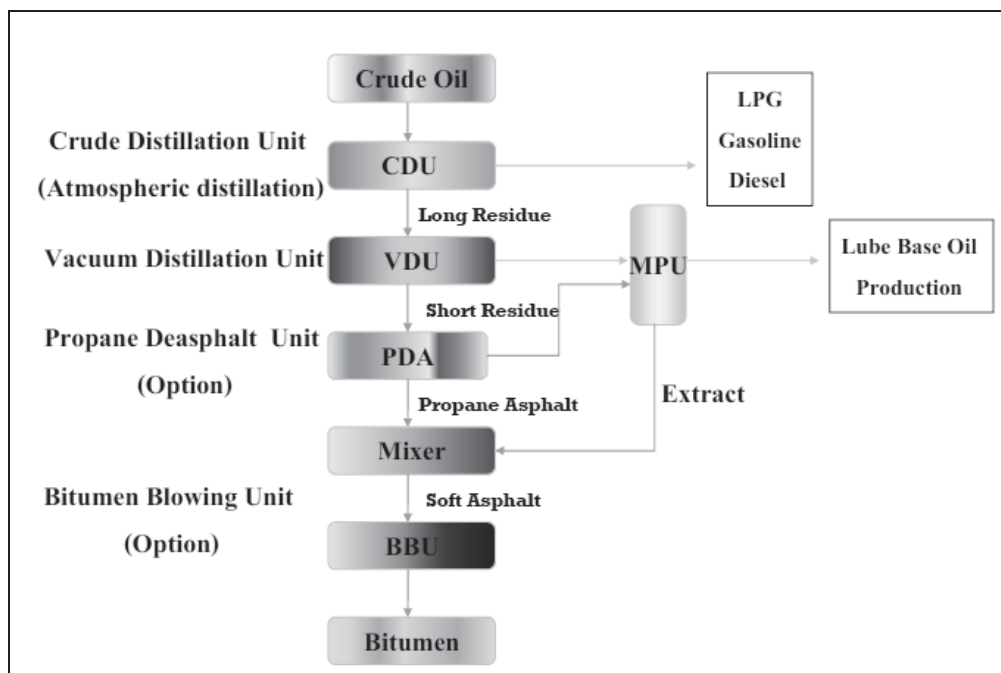
กระบวนการผลิตยางแอสฟัลต์

ยางแอสฟัลต์หรือแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม (น้ำมันดิบ) โดยที่แอสฟัลต์ซีเมนต์จะถูกกลั่นออกมาพร้อมสารประกอบอื่น ๆ ดังตารางที่ 2.1 โดยมีรูปแบบกระบวนการผลิตเริ่มจากการนำน้ำมันดิบเข้าสู่กระบวนการกลั่นจนกระทั่ง ได้ยางแอสฟัลต์ออกมาตามกระบวนการในรูปที่ 2.9 โดยจะเห็นว่าน้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันโซล่า และน้ำมันเครื่องที่มีราคาแพงกว่าจะถูกกลั่นแยกออกมาก่อนในกระบวนการกลั่นน้ำมัน เหลือ สารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนประเภทหนักตกค้างอยู่เป็นผลิตภัณฑ์ เรียกว่า แอสฟัลต์ซีเมนต์ (Asphalt Cement) ใช้ตัวย่อว่า AC

โดยในบางกระบวนการผลิตยางแอสฟัลต์ที่มีการสกัดแยกส่วนที่เป็นของเหลวออกไปได้มากก็
จะเหลือยางแอสฟัลต์ที่แข็งหรือมีความหนืดที่สูง ในขณะที่กระบวนการที่แยกส่วนที่เป็น
ของเหลวออกไปได้น้อยก็จะเหลือยางแอสฟัลต์ที่ค่อนข้างเหลวหรือมีความหนืดต่ำ และต้องทำ
การเป่าลมร้อนให้เกิดปฏิกิริยา Oxidation โดยใช้ Blowing เพื่อเพิ่มความหนืดของยาง
แอสฟัลต์ให้เหมาะสมกับการใช้งานในการก่อสร้างทาง

ตารางที่ 2.1 ลำดับจุดเดือดของสารที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ

สารประกอบ	พิ้งค์จุดเดือด (°F)
แก๊สโซลีน	100-400
คีโรซีน	350-575
น้ำมันดีเซล	425-700
น้ำมันหล่อลื่น	สูงกว่า 650
แอสฟัลต์ซีเมนต์	



รูปที่ 2.9 ขั้นตอนในการผลิตยางแอสฟัลต์จากน้ำมันดิบ

2.1.2 ประเภทของยางแอสฟัลต์และการแบ่งเกรดของยาง

มีการนำแอสฟัลต์มาใช้งานครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1802 โดยชาวฝรั่งเศสนำแอสฟัลต์หินซึ่งเป็นแอสฟัลต์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมาทำผิวทางเดิน จนถึงปี ค.ศ.1870 มีการนำแอสฟัลต์มาในการก่อสร้างผิวทางเป็นครั้งแรกในเมืองนิวยอร์ก รัฐนิวยอร์ก ต่อมาในปี ค.ศ. 1876 ได้มีการใช้แผ่นแอสฟัลต์ผสมกับทรายละเอียดเป็นวัสดุก่อสร้างผิวทางในกรุงวอชิงตันดีซี จนกระทั่งปี ค.ศ. 1902 ได้มีการกลั่นแอสฟัลต์จากน้ำมันปิโตรเลียมซึ่งเรียกว่า “แอสฟัลต์ซีเมนต์” (Asphalt Cement, AC) นำไปสู่การพัฒนาทางอุตสาหกรรมแอสฟัลต์ซีเมนต์สำหรับใช้ในการก่อสร้าง โดยแอสฟัลต์ซีเมนต์ทั่วไปที่ใช้กับงานก่อสร้างถนนคือ AC 85-100 และ AC 60 – 70 ในระบบ Penetration Grade โดยการแบ่งเกรดของแอสฟัลต์นั้นมีได้หลายวิธีซึ่งจะได้อธิบายต่อไปในหัวข้อนี้

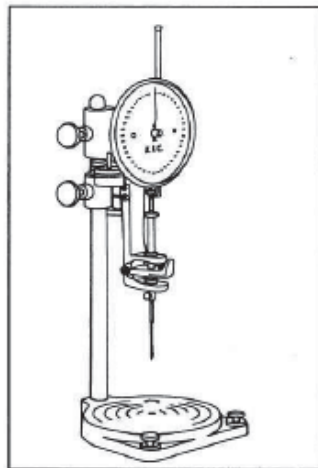
ยางโพลิเมอร์โมดิไฟด์แอสฟัลต์ (Polymer Modified Asphalt หรือ PMA) เป็นยางแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่มีการเติมโพลิเมอร์ หรือโมเลกุลขนาดเล็กที่ต่อเชื่อมเป็นแบบโซ่เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติสมรรถนะ (Performance) ของยางแอสฟัลต์ ผิวทางที่ใช้ยางแอสฟัลต์ที่ปรับปรุงคุณสมบัติด้วยโพลิเมอร์จะแสดงคุณสมบัติในการต้านทานการเกิดร่องล้อ การ

ด้านทานเกิดการแตกร้าวเนื่องจากอุณหภูมิ ความสามารถในการลดการเสียหายเนื่องจากการล่า, การหลุดล่อน และความไวต่ออุณหภูมิ (Temperature Susceptibility) ผิวทางที่ใช้ยางที่ปรับปรุงคุณสมบัติด้วยโพลิเมอร์ถูกใช้อย่างประสบความสำเร็จในสถานที่ต่าง ๆ ที่ต้องรับแรงเค้นสูงๆ เช่น ทางแยกที่การจราจรคับคั่ง สนามบิน สถานีรถบรรทุก และสนามแข่งขัน

ในปัจจุบันมีวิธีที่ใช้ในการแบ่งเกรดของยางแอสฟัลต์ตามคุณสมบัติต่าง ๆ อยู่ 3 วิธี เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ยางแอสฟัลต์ได้อย่างเหมาะสม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. เกรดเพนิเตรชัน (Penetration Grade) จะแบ่งเกรดตามความแข็งของแอสฟัลต์ซีเมนต์

นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการแบ่งเกรดแอสฟัลต์ซีเมนต์ เช่น 40-50 (แข็ง), 60-70 (ปานกลาง), 80-100 หรือ 100-120 (อ่อน), 150-200 (อ่อนมาก) เป็นต้น การแบ่งเกรดแอสฟัลต์ซีเมนต์ ทำโดยทดสอบกำลังต้านทานการกดเจาะทะลวง (Penetration) โดยค่าการกดเจาะทะลวงนี้ นิยามจากระยะจมของเข็มกดเจาะมาตรฐานที่กดเจาะตัวอย่างบิตูเมนในแนวตั้งด้วยน้ำหนักมาตรฐาน (100 กรัม) ณ อุณหภูมิควบคุม (25 องศาเซลเซียส) โดยหน่วยเป็น 0.1 มิลลิเมตร (เช่น หากทดสอบตัวอย่างยางแอสฟัลต์พบระยะจม 1 มิลลิเมตรหมายถึงค่าการเจาะทะลวงเท่ากับ 10 เป็นต้น) ดังแสดงในรูปที่ 2.10 ค่าจากผลทดสอบกำลังต้านทานการกดเจาะทะลวงนี้ บ่งบอกความแข็ง (Hardness) ของวัสดุบิตูเมน



รูปที่ 2.10 เครื่องทดสอบกำลังต้านทานการกดเจาะทะลวง (Penetration)

2. **เกรดความหนืด (Viscosity Grade)** แบ่งเกรดแอสฟัลต์ซีเมนต์ตามค่าความหนืดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มี 2 ชุด ดังนี้
 - แอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC-2.5 , AC-5 , AC-10, AC-20, และ AC-40 ค่าตัวเลขแสดงถึงค่าความหนืดที่เป็นร้อยละของพอยส์ (Poise)
 - แอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AR-1000, AR-2000, AR-4000, AR-8000 และ AR-16000 ค่าตัวเลขแสดงถึงความหนืดในหน่วยพอยส์ ที่วัดหลังผ่านการทดลองรีนฟิล์ม โอเวน (Thin Film Oven Test)
3. **เกรดสมรรถนะ (Performance Grade; PG)** คือการแบ่งเกรดยางแอสฟัลต์ตามวิธีของ SHRP เพื่อเลือกใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ให้เหมาะสมกับสถานที่ก่อสร้าง ตามคุณสมบัติที่แท้จริงตามสภาพภูมิศาสตร์ อุณหภูมิผิวทางและอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในหัวข้อต่อไป

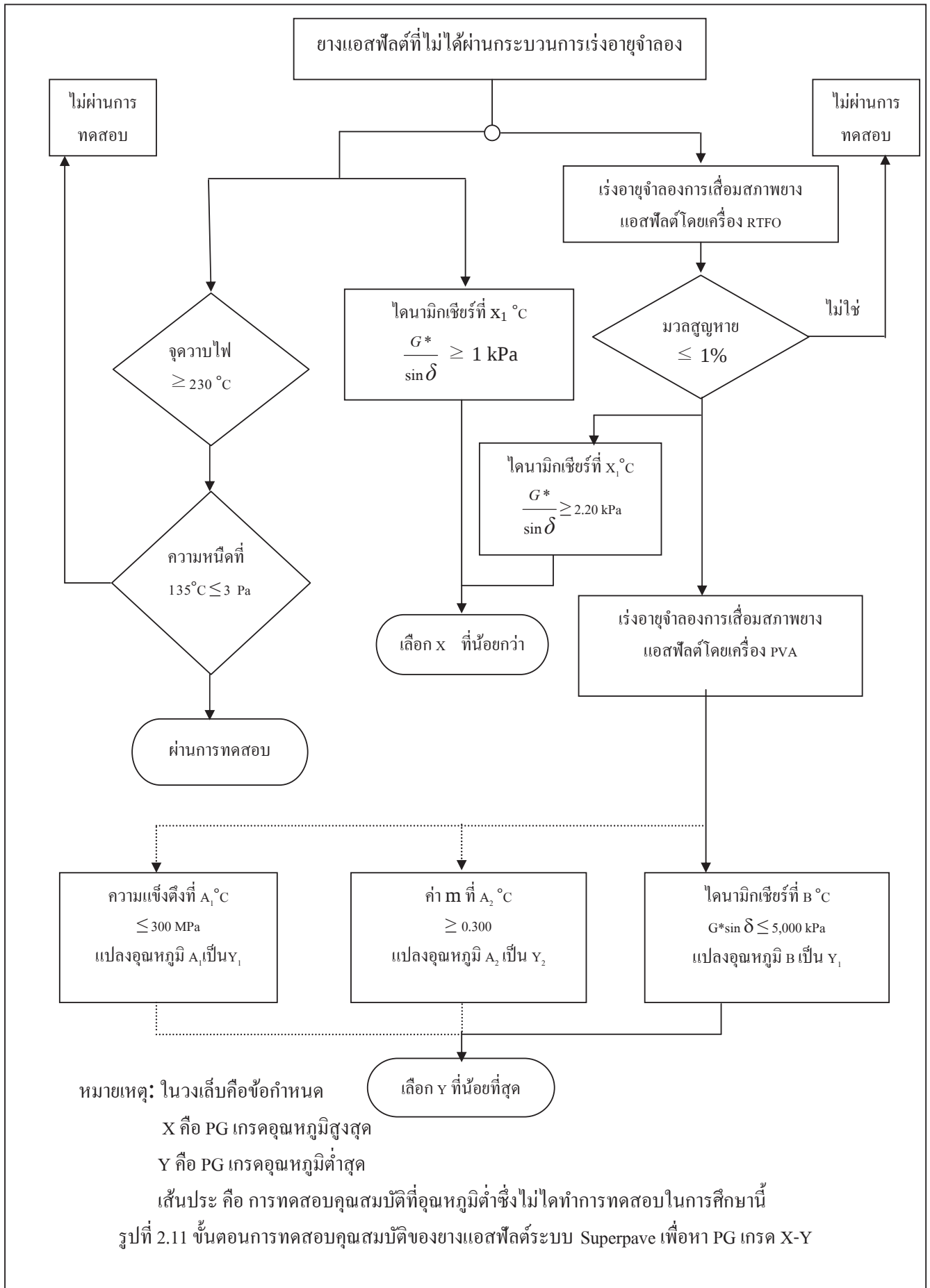
2.3 ข้อกำหนดคุณสมบัติของยางแอสฟัลต์ระบบ Superpave

จากข้อบกพร่องของการทดสอบและกำหนดเกรดของยางแอสฟัลต์ในอดีตที่ควบคุมคุณสมบัติในการใช้งานของยางแอสฟัลต์โดยการทดสอบคุณสมบัติในการใช้งานที่อุณหภูมิมาตรฐาน เช่นการทดสอบการกดเจาะทะลวง (Penetration: ทล.-ท. 403/2518) ที่ 25 องศา

เซลเซียสและการทดสอบการดึง (Ductility: ทล.-ท. 405/2519) ที่ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้ผลการทดสอบที่ได้ไม่สามารถยืนยันว่ายางแอสฟัลต์ที่ผ่านข้อกำหนดและการทดสอบดังกล่าวจะใช้งานได้ดี ภายใต้สภาวะจริง SHRP จึงได้พัฒนาข้อกำหนดคุณสมบัติของยางแอสฟัลต์ การทดสอบ และการแบ่งเกรดยางแอสฟัลต์ให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานตามระบบ Superpave ขึ้น

เกรดของยางแอสฟัลต์ในระบบ Superpave ได้รับการกำหนดชื่อด้วยคำว่า PG ซึ่งย่อมาจากคำว่า Performance Grade หมายถึง เกรดเชิงสมรรถนะ แล้วตามด้วยตัวเลข 2 ชุด ซึ่งจะยกตัวอย่างดังต่อไปนี้ “PG X-Y” โดยที่ X แสดงให้ทราบถึงเกรดอุณหภูมิสูง (High-Temperature Grade) และ Y แสดงให้ทราบถึงเกรดอุณหภูมิต่ำ (Low-Temperature Grade) ตาม Flow Chart การทดสอบคุณสมบัติของยางแอสฟัลต์เพื่อแบ่งเกรดยางตามรูปที่ 2.11 เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 2.11 จะเห็นได้ว่าลักษณะเด่นของระบบ Superpave คืออุณหภูมิที่จะทำการทดสอบคุณสมบัติจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามแต่ละเกรดเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการใช้งาน โดยที่เกณฑ์ข้อกำหนดคุณสมบัติยังคงเดิมไม่เปลี่ยนแปลง ดังตัวอย่างข้อกำหนดคุณสมบัติของยางแอสฟัลต์ตามระบบ ระบบ Superpave ในตารางที่ 2.2

ในการทดสอบคุณสมบัติของยางแอสฟัลต์ตามข้อกำหนดของ Superpave นั้น SHRP ได้กำหนดให้มีการจำลองการเสื่อมสภาพของยางแอสฟัลต์ในระหว่างการก่อสร้างและในระหว่างการใช้งาน ก่อนที่จะนำยางแอสฟัลต์มาทำการทดสอบคุณสมบัติที่สะท้อนถึงสมรรถนะ (Performance) ในการใช้งานในภาคสนาม โดยใช้เครื่องมือและวิธีการทดสอบแบบใหม่ เช่น การอบเยื่อบางของแอสฟัลต์แบบกลิ้ง (Rolling Thin Film Oven: RTFO) การอบเร่งอายุจำลองการเสื่อมสภาพด้วยความดัน (Pressure Ageing Vessel: PAV) และการทดสอบหาค่าโมดูลัสของยางแอสฟัลต์ด้วยเครื่องไดนามิกชีयरรีโอมิเตอร์ (Dynamic shear Rheometer: DSR) เป็นต้น ตารางที่ 2.3 และรูปที่ 2.12 ได้สรุปเครื่องมือทดสอบและวัตถุประสงค์ของการทดสอบในระบบ Superpave



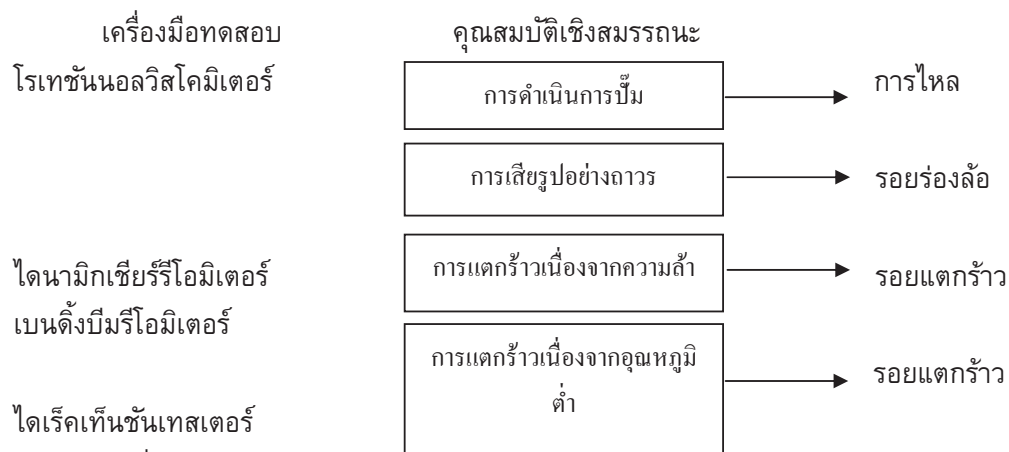
ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างข้อกำหนดคุณสมบัติสำหรับยางแอสฟัลต์ตามระบบ Superpave (National Asphalt Pavement Association)

Performance Graded Asphalt Binder Specification (from AASHTO MP 1)																										
Virtual Superpave Laboratory																										
Performance Grade	PG 46			PG 52			PG 58			PG 64			PG 70			PG 76			PG 82							
	34	40	46	10	16	22	28	34	40	46	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34
Average 7-day Maximum Rheometric Design Temperature, °C	< 46																									
Minimum Rheometric Design Temperature, °C	-34	-40	-46	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34
ORIGINAL BINDER																										
Flash Point Temp, T ₄₈ , Minimum, °C	230																									
Viscosity, ASTM D 4402, 1	135																									
Dynamic Shear, TP 3, GPa, Minimum, 1.00 GPa	52																									
Test Temp @ 10 rad/s, °C	70																									
ROLLING THIN FILM OVEN RESIDUE (RT 240)																										
Mass Loss, Maximum, percent	1.00																									
Dynamic Shear, TP 3, GPa, Minimum, 2.20 GPa	64																									
Test Temp @ 10 rad/s, °C	76																									
PRESSURE AGING VESSEL RESIDUE (PAV 1)																										
PAV Aging Temperature, °C	90			90			100			100			100 (110)			100 (110)			100 (110)							
Dynamic Shear, TP 3, GPa, Minimum, 900 GPa	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16	34	31	28	25	22
Test Temp @ 10 rad/s, °C	100																									
Report																										
Physical Hardness																										
Creep Stiffness, TP 1	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24
Determine the critical cracking temperature as described in PP 42																										
Direct Tension, TP 3	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24
Determine the critical cracking temperature as described in PP 42																										

ที่มา : <http://www.hotmix.org>

ตารางที่ 2.3 เครื่องมือทดสอบยางแอสฟัลต์ของระบบ Superpave (วัชรินทร์ วิทยกุล 2549)

เครื่องมือ	วัตถุประสงค์
อบเยื่อบางของแอสฟัลต์แบบกลิ้ง (Rolling Thin Film Oven:RTFO) การเร่งอายุจำลองการเสื่อมสภาพ ใช้งานด้วยความดัน (Pressure Ageing Vessel:PAV)	จำลองสภาพเสื่อมสภาพ/แข็งตัวของยางแอสฟัลต์ใน กระบวนการผสมและบดอัด และภายหลังผิวทางเปิด
ไดนามิกเชียร์รีโอมิเตอร์ (Dynamic Shear Rheometer:DSR)	วัดคุณสมบัติของยางแอสฟัลต์ที่อุณหภูมิสูงและที่ อุณหภูมิต่ำ
โรเทชันนอลวิสโคมิเตอร์ (Rotational Viscometer:RV)	วัดคุณสมบัติของยางแอสฟัลต์ที่อุณหภูมิสูง
คานรับแรงดัด (Bending Beam Rheometer:BBR) การทดสอบแรงดัดโดยตรง (Direct Tension Tester:DTT)	วัดคุณสมบัติยางแอสฟัลต์ที่อุณหภูมิต่ำ (การศึกษานี้ไม่ได้ทดสอบเนื่องจากประเทศไทยไม่มี อุณหภูมิต่ำมากจนเกิดแอสฟัลต์เกิดความเสียหายได้)



รูปที่ 2.12 ความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบในห้องปฏิบัติการกับคุณสมบัติเชิงสมรรถนะ (วัชรินทร์ 2549)

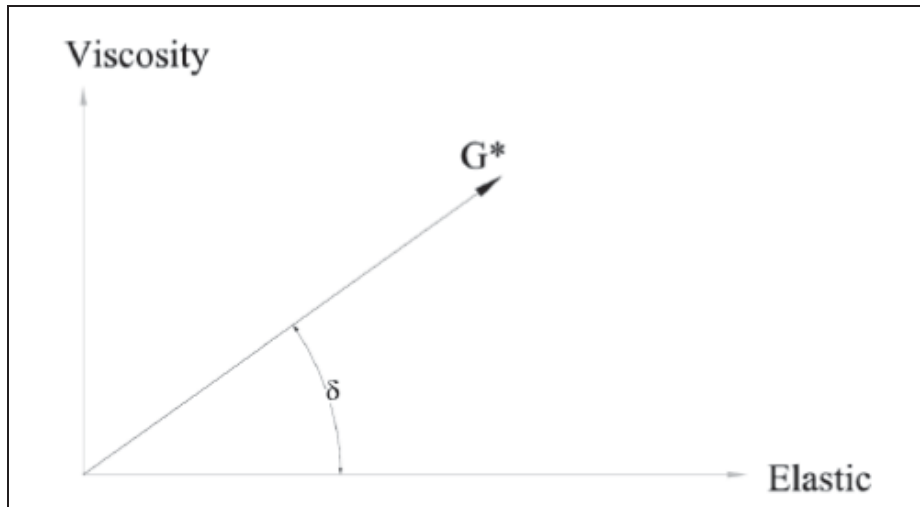
2.4 อิทธิพลของคุณสมบัติยางแอสฟัลต์ต่อสมรรถนะในการใช้งานของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต

ยางแอสฟัลต์ เป็นวัสดุกึ่งหนืดกึ่งยืดหยุ่น (Visco-Elastic Material) คือมีทั้งพฤติกรรมแบบของแข็งและแบบของไหล ซึ่งทั้งนี้ขึ้นกับระยะเวลาของการให้น้ำหนักกระทำ (Loading Time) และอุณหภูมิของแอสฟัลต์ โดยที่อุณหภูมิสูงยางแอสฟัลต์จะมีคุณสมบัติแบบหนืด แต่ในช่วงเวลาที่วัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตใช้งานเป็นผิวถนนแล้วยางแอสฟัลต์จะมีคุณสมบัติแบบกึ่งยืดหยุ่นกึ่งหนืด ทั้งนี้ความเสียหายของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากคุณสมบัติกึ่งยืดหยุ่นกึ่งหนืดของยางแอสฟัลต์ ซึ่งการทดสอบคุณสมบัติและสมรรถนะของยางแอสฟัลต์ซึ่งมีอิทธิพลต่อสมรรถนะของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตสามารถทดสอบและวิเคราะห์ตามระบบ Superpave ดังนี้

2.4.1 การทดสอบคุณสมบัติและสมรรถนะของยางในระบบ Superpave

สำหรับการวิเคราะห์ด้านคุณสมบัติและสมรรถนะของยางแอสฟัลต์ในระบบ Superpave มีการทดสอบคุณสมบัติด้าน Rheology ของยางแอสฟัลต์ โดยได้นำเครื่องมือทดสอบไดนามิกชีียร์รีโอมิเตอร์ (Dynamic Shear Rheometer:DSR) ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรมพลาสติก มาประยุกต์ใช้ในงานทดสอบยางแอสฟัลต์เพื่อประเมินค่าผลกระทบที่เกิดขึ้นกับคุณสมบัติของยางแอสฟัลต์ในเวลาและอุณหภูมิขณะทำการทดสอบ โดยเครื่อง DSR จะเป็นตัววัดคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและการไหลของยางแอสฟัลต์ที่อุณหภูมิปานกลางจนถึงอุณหภูมิสูง เพื่อหาคุณสมบัติเกี่ยวกับพฤติกรรมความหนืดและยืดหยุ่นของยางแอสฟัลต์ ซึ่งได้จากการวัดค่าโมดูลัสเฉือนเชิงซ้อน (Complex Shear Modulus: G^*) และค่ามุมเฟส (δ)

ค่าโมดูลัสเฉือนเชิงซ้อน (G^*) คือค่าต้านทานรวมของวัสดุที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อได้รับแรงเฉือนกระทำซ้ำๆ กัน ประกอบด้วยส่วนยืดหยุ่นที่สามารถกลับคืนรูปร่างเดิมได้และส่วนหนืดที่ไม่สามารถกลับคืนสู่รูปร่างเดิมได้ และค่ามุมเฟส (δ) คือตัวชี้ของปริมาณสัมพัทธ์ของการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างที่สามารถกลับคืนสู่รูปร่างเดิมได้ (Elastic) และที่ไม่สามารถกลับคืนสู่รูปร่างเดิม (Viscosity) ได้ดังแสดงในรูปที่ 2.13



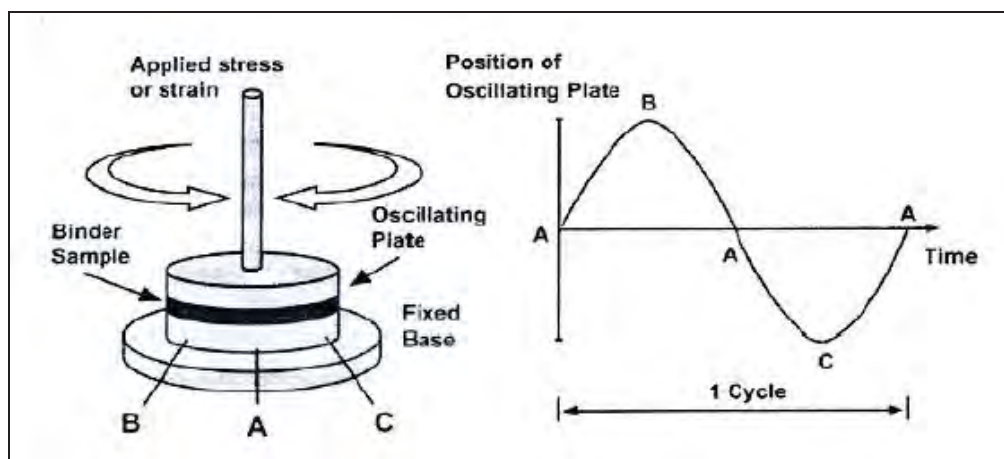
รูปที่ 2.13 พฤติกรรมแบบกึ่งหนืดกึ่งยืดหยุ่นของยางแอสฟัลต์

(Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing, Superpave Series No.1, 1995)

เครื่อง DSR ดังแสดงในรูปที่ 2.14 และ 2.15 ประกอบด้วยแผ่นกลมหมุนสายและแผ่นกลมยึดแน่นที่จะยึดแอสฟัลต์ไว้ในลักษณะประกบ แผ่นกลมหมุนสายจะหมุนกลับไปมาโดยอาจกำหนดให้หมุนด้วยแรงคงที่หรือความเครียดคงที่ก็ได้ วิธีหน่วยแรงคงที่เป็นวิธีที่ให้แผ่นกลมหมุนผ่านระยะทางค่าใดค่าหนึ่งจนกระทั่งหน่วยแรงมีค่าตามที่กำหนด ส่วนวิธีความเครียดคงที่เป็นวิธีที่ให้แผ่นกลมหมุนทุก ๆ ช่วงเวลาที่ผ่านระยะทางที่กำหนดไว้คงที่โดยไม่ได้อัดค่าหน่วยแรงที่เกิดขึ้น ขณะที่มีการหมุนเกิดขึ้นก็มีการบันทึกค่าของความเครียดและค่าของหน่วยแรงไว้เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าโมดูลัสเฉือนเชิงซ้อนและค่ามูมเฟส



รูปที่ 2.14 เครื่อง Dynamic Shear Rheometer



รูปที่ 2.15 การให้แรงบิดต่อตัวอย่างยางแอสฟัลต์ของเครื่อง Dynamic Shear Rheometer

การทดสอบคุณสมบัติของยางแอสฟัลต์ในระบบ Superpave ดังที่กล่าวมาแล้วนั้นสามารถนำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับสมรรถนะของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต ได้แก่ความต้านทานการเปลี่ยนรูปร่างอย่างถาวรและการเกิดการแตกร้าว ดังต่อไปนี้

2.4.1.1 การเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างถาวร (Permanent Deformation)

การเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างถาวรของโครงสร้างทางหรือบ่อয়ครั้งมักจะเรียกว่า เกิดการร่อนล้อ (Rutting) สามารถเกิดขึ้นที่ชั้นผิวทางเพียงชั้นเดียว หรือเกิดขึ้นได้หลายชั้น โครงสร้างทางจนถึงชั้นดินเดิม ในกรณีของการเปลี่ยนรูปร่างอย่างถาวรของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตนั้น เกิดจากน้ำหนักบรรทุกของการจราจรที่ทำให้เกิดความเค้นกดในแนวดิ่งและความเค้นเฉือนที่สูงกับผิวทาง เช่น การเบรก การเร่งความเร็ว หรือการกลับตัวของยานพาหนะ ประกอบกับวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตมีความแข็งแรงไม่เพียงพอ นอกจากนี้การยุบตัวถาวรมักจะเกิดมากที่การใช้งานที่อุณหภูมิสูง โดยผลสรุปได้จากการศึกษาถนนลาดยางวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตของอังกฤษในช่วงฤดูร้อนปี ค.ศ.1976 โดยพบว่าในช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงอย่างต่อเนื่อง การยุบตัวอย่างถาวรของถนนจะมีค่าสูงเป็น 2-4 เท่าของค่าเฉลี่ยการยุบตัวตลอดช่วงฤดูร้อน

ในระบบ Superpave มีการควบคุม ค่าโมดูลัสเฉือนเชิงซ้อน (Complex Shear Modulus; G^*) และค่ามุมเฟส (δ) ของยางแอสฟัลต์เพื่อป้องกันไม่ให้อยางแอสฟัลต์อ่อนเกินไปหรือมีส่วนที่ไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมมากเกินไปในสภาพการใช้งานจริง โดยกำหนดค่า $\frac{G^*}{\sin \delta}$ ที่วัดค่าได้จากเครื่อง DSR ที่อุณหภูมิสูงสุดใช้งานไว้ดังนี้

- ในกรณีของยางแอสฟัลต์ที่ไม่ผ่านการเร่งอายุจำลองการเสื่อมสภาพ ค่า $\frac{G^*}{\sin \delta}$ ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 1.0 kPa

- ในกรณีของยางแอสฟัลต์ที่ผ่านการเร่งอายุจำลองการเสื่อมสภาพมาแล้วตามวิธี

Rolling Thin Film (RTFO) ค่า $\frac{G^*}{\sin \delta}$ ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 2.20 kPa

2.4.1.2 การแตกร้าวเนื่องจากความล้า (Fatigue Cracking)

ความล้า คือ ความเสียหายของวัสดุที่เกิดขึ้นภายใต้การให้แรงเค้นแบบซ้ำๆ โดยแรงเค้นที่กระทำนั้นน้อยกว่ากำลังรับแรงของวัสดุ แต่กระทำซ้ำหลาย ๆ รอบจนกระทั่ง

วัสดุเกิดความเสียหาย โดยเมื่อน้ำหนักล้อบรรทุกวิ่งผ่านถนนลาดยางจะทำให้ถนนเกิดการแอ่นตัวและเกิดความเครียดขึ้นจากชั้นผิวทาง เมื่อมีการแอ่นตัวขึ้นซ้ำๆ เป็นจำนวนมาก ก็จะไปสู่การแตกร้าวด้วยความล้าในวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต โดยในศึกษาเรื่องการพัฒนาให้ถนนลาดยางมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้นของสหรัฐอเมริกา นั้นได้มีการแนะนำไว้ว่า การที่จะให้ถนนมีความทนทานต่อความล้าต้องมีการจำกัดขนาดของความเครียดที่จะเกิดขึ้นกับถนน

ในระบบ Superpave มีการควบคุม ค่าโมดูลัสเฉือนเชิงซ้อน (Complex Shear Modulus; G^*) และค่ามุมเฟส (δ) ของยางแอสฟัลต์เพื่อป้องกันไม่ให้ยางแอสฟัลต์แข็งกระด้างเกินไป โดยยางแอสฟัลต์ที่ผ่านการเร่งอายุจำลองการเสื่อมสภาพด้วยเครื่อง Rolling Thin Film Oven และ Pressure Ageing Vessel จะต้องมียุทธศาสตร์ $G^* \sin \delta$ ที่วัดค่าจากเครื่อง DSR ที่อุณหภูมิปานกลางของการใช้งานไว้ไม่เกิน 5,000 kPa

2.5 วัสดุมวลรวม

2.5.1 วัสดุมวลรวมที่ใช้ในประเทศไทย

วัสดุมวลรวมเกือบทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตในประเทศไทยได้แก่ หิน 3 ชนิด ดังนี้

1. หินแกรนิต เป็นหินอัคนีที่เย็นตัวลงภายในเปลือกโลกอย่างช้า ๆ เป็นหินที่มีเนื้อหยาบผลึกเกาะกันแน่น โดยทั่วไปมักจะเป็นหินสีจาง แร่ส่วนใหญ่เป็นแร่พวกเฟลด์สปาร์ ควอร์ตและแร่ฮอร์นเบลนด์ หินแกรนิตแข็งแรงมาก มีความหนาแน่นสูง ความพรุนต่ำและมีค่ากำลังวัสดุสูง ทนต่อการกัดและด่าง ทนต่อการขีดข่วน และต้านทานความชื้นได้ดี เมื่อถูกขัดจะมีความเงา เรียบ มีสีต่าง ๆ หลายสี เช่น สีเทา สีเขียว สีชมพู

2. หินบะซอลต์ (Basalt) เกิดจากการเย็นตัวอย่างรวดเร็วของลาวา ผลึกละเอียด ไม่แวววาว ทำให้ผลึกมีขนาดเล็กและเนื้อละเอียด มีสีเข้มเพราะมีสัดส่วนของแร่องค์ประกอบหินในกลุ่มแมกนีเซียมออกไซด์สูง พบมากตามบริเวณภูเขาไฟและสันเขากลางมหาสมุทรที่เกิดรอยแยกของแผ่นเปลือกโลก เนื่องจากลาวาที่ร้อนจัดแทรกตัวขึ้นมาเจอกับน้ำทะเลที่เย็นจัด จึงถือว่าเกิดการเย็นตัวของหินหลอมเหลวอย่างรวดเร็ว หินบะซอลต์เป็นหินชนิดต่างทนทานต่อการสึกกร่อน และมีความพรุนสูง

3. หินปูน (limestone) เป็นหินในกลุ่มหินตะกอน เกิดจากการทับถมของตะกอนคาร์บอเนตในท้องทะเล ทั้งจากสารอนินทรีย์ และซากสิ่งมีชีวิต เช่น ปะการัง และกระดองของ

สัตรีทะเล ซึ่งทับถมกันภายใต้ความกดดันและตกผลึกใหม่เป็นแร่แคลไซต์จึงทำปฏิกิริยากับกรดเนื้อแน่นละเอียดหีบ มีสีออกขาว เทา ชมพู หรือสีดำ อาจมีซากดึกดำบรรพ์ในหินได้ เช่น ซากหอย ปะการัง ภูเขาหินปูนมักมีรอยดักแคลมเป็นหน้าผา และเป็นหินที่ละลายน้ำได้ดี โดยเมื่อเปรียบเทียบกับหินทั้ง 3 ชนิด หินปูนมีความคงทนและแข็งแรงต่ำกว่า หินแกรนิตและหินบะซอลต์แล้ว แต่อย่างไรก็ตาม ในการผลิตวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตในประเทศไทยมีการใช้หินปูนเป็นส่วนผสมมากที่สุดเนื่องจากพบอยู่มากในประเทศไทย

นอกจากนี้กรมทางหลวงได้เริ่มมีการนำตะกรันเหล็ก (Steel Slag) ซึ่งเป็นของเหลือในกระบวนการผลิตเหล็กมาใช้ในการก่อสร้างทางทั้งในส่วนที่เป็นชั้นพื้นทางและนำมาใช้เป็นวัสดุมวลรวมในการผลิตวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต ซึ่งตะกรันเหล็กมีแข็งแรงทนทานสูง แต่มีข้อจำกัดคือมีน้ำหนักมากกว่าหิน และปัจจุบันพบว่าการผลิตเพื่อนำมาใช้ในการงานทางที่จังหวัดชลบุรี

2.5.2 ข้อกำหนดคุณสมบัติวัสดุมวลรวมของ Superpave

คุณสมบัติของมวลรวมเป็นสิ่งสำคัญมากต่อสมรรถภาพของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ซึ่งกระบวนการออกแบบส่วนผสมระบบ Superpave ได้นำการควบคุมคุณสมบัติของมวลรวมเข้าไปในกระบวนการออกแบบ โดยปรับปรุงกระบวนการทดสอบมวลรวมที่มีอยู่เดิมให้เหมาะสมกับระบบ Superpave คุณสมบัติมวลรวมในระบบ Superpave มี 2 ประการคือ

2.5.2.1 คุณสมบัติความสอดคล้องกัน (Consensus Properties) เป็นสิ่งที่สำคัญมากที่จะทำให้ HMA (Hot Mix Asphalt) ที่มีสมรรถภาพสูง คุณสมบัติเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรและตำแหน่งของโครงสร้างถนน คุณสมบัติความสอดคล้องกันของ Superpave ได้แก่

- ความเป็นเหลี่ยมมุมของมวลรวมหยาบ มีคุณสมบัติที่เพิ่มระดับความเสียดทานภายในของ มวลรวมและความต้านทานต่อการเกิดร่องล้อ ซึ่งกำหนดด้วยค่าร้อยละโดยน้ำหนักของมวลรวมขนาดใหญ่กว่า 4.75 mm กับหน้าแตกหนึ่งหน้าหรือมากกว่าวิธีการทดสอบที่แนะนำโดย Superpave คือวิธี Pennsylvania DOT's Test Method No.621, "Determining the Percentage of Crushed Fragment in Gravel"

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าต่ำสุดที่กำหนดสำหรับความเป็นเหลี่ยมมุมของมวลรวมหยาบที่ปริมาณการจราจรในระดับต่าง ๆ

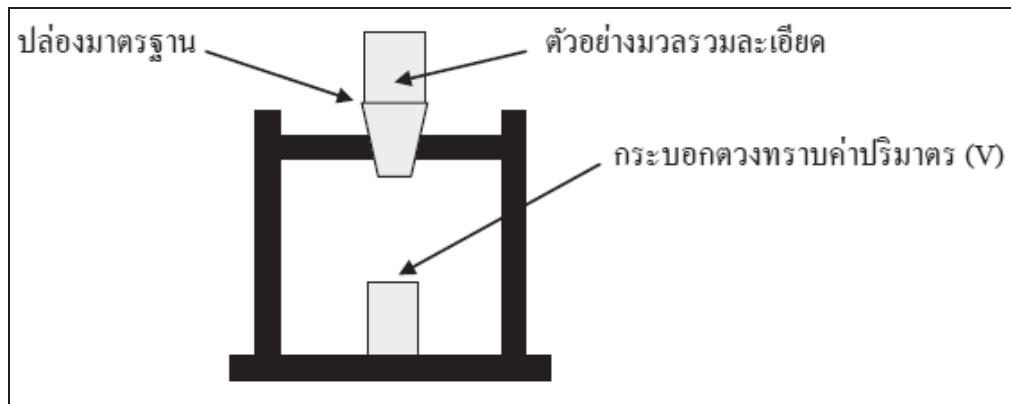
ตารางที่ 2.4 ข้อกำหนดความเป็นเหลื่อมมุมของมวลรวมหยาบ

ปริมาณจากร	ความลึกจากผิวจราจร	
	<100 mm.	>100 mm.
<0.3	55 / -	-/-
<1	65 / -	-/-
<3	74 / -	-/-
<10	85 / 80	60 / -
<30	95 / 90	80 / 75
<100	100 / 100	95 / 90
≥100	100 / 100	100 / 100

หมายเหตุ “85/80” หมายถึง 85% ของมวลรวมมีหน้าแตกหนึ่งหน้า
หรือมากกว่า และ 80% มีหน้าแตกสองหน้าหรือมากกว่า

ที่มา : Asphalt Institute (1995)

- ความเป็นเหลื่อมมุมของมวลรวมละเอียด มีคุณสมบัติที่เพิ่มระดับความเสียดทานภายในของมวลรวมละเอียดและความต้านทานต่อการรื้อถอน ซึ่งกำหนดด้วยค่าร้อยละของช่องว่างอากาศที่มีอยู่ระหว่างมวลรวมขนาดเล็กกว่า 2.36 mm. บดทับอย่างหลวม ๆ ตามวิธีการทดสอบ AASHTO TP33, WTest Method for Uncompacted Void Content of Fine Aggregate ซึ่งมีอิทธิพลจากรูปร่างอนุภาค ความหยาบละเอียดของผิวหน้าและขนาดคละถ้ามีปริมาณช่องว่างมากหมายถึงผิวหน้าแตกมากในกระบวนการทดสอบนำตัวอย่างของมวลรวมละเอียดเทผ่านปล่องมาตรฐานใส่ลงในกระบอกตวงดังแสดงในรูปที่ 2.16 จากการวัดมวลของมวลรวมละเอียด (W) ในกระบอกตวงที่ทราบปริมาตร (V) ก็สามารถคำนวณหาปริมาณช่องว่างได้จากผลต่างระหว่างปริมาตรของกระบอกตวงกับปริมาตรของมวลรวมละเอียดที่อยู่ในกระบอกตวงนั้น ในตารางที่ 2.5 แสดงค่าต่ำที่กำหนดสำหรับความเป็นเหลื่อมมุมของมวลรวมละเอียดที่มีปริมาณการจราจรในระดับต่างๆ



รูปที่ 2.16 เครื่องมือวัดความเป็นเหลี่ยมมุมของมวลรวมละเอียด
ที่มา : Asphalt Institute (1995)

ตารางที่ 2.5 ข้อกำหนดความเป็นเหลี่ยมมุมของมวลรวมละเอียด

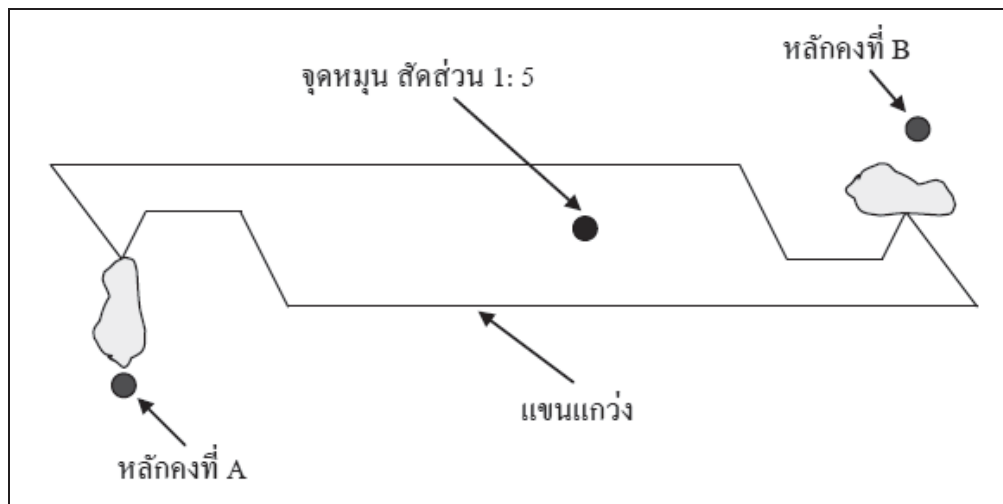
ปริมาณจราจร ESAL _s (ล้านหน่วย)	ความลึกจากผิวจราจร	
	<100 mm.	>100 mm.
<0.3	-	-
<1	40	-
<3	40	40
<10	45	40
<30	45	40
<100	45	45
≥100	45	45

ข้อกำหนดคือค่าต่ำสุดของร้อยละของช่องว่างอากาศของมวลรวมละเอียดที่บดทับอย่างหลวม ๆ

ที่มา : Asphalt Institute (1995)

- ความยาวและความแบนของวัสดุ มีคุณสมบัติคือค่าร้อยละโดยมวลของมวลรวมหยาบที่มีอัตราส่วนของด้านใหญ่สุดกับด้านเล็กสุดมีค่ามากกว่า 5 วัสดุแบนและยาวไม่เป็นที่ต้องการเพราะว่ามีแนวโน้มที่จะแตกได้ง่ายในระหว่างการก่อสร้าง โดยใช้วิธีการทดสอบของ ASTM D 4791, "Flat of Elongated Particles in Coarse Aggregate" และกระทำกับมวลรวมหยาบที่มีขนาดใหญ่กว่า 4.75 mm.

ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบคือ เครื่องคาลิเปอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.9 เป็นเครื่องมือวัดอัตราส่วนมิติตามด้านของตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของวัสดุมวลรวมหยาบ โดยนำวัสดุมวลรวมมาวางตามด้านที่ใหญ่ที่สุดให้อยู่ระหว่างแขนแกว่งกับหลักคงที่ A ดังรูปที่ 2.9 ยึดแขนแกว่งให้อยู่กับที่ในขณะที่นำมวลรวมไปวางให้ด้านเล็กสุดอยู่ระหว่างแขนแกว่งกับหลักคงที่ B ดังรูปที่ 2.17 ถ้าวัสดุมวลรวมไม่เต็มช่องว่างให้ถือว่าเป็นวัสดุที่แบนหรือยาว ซึ่งค่าสูงสุดที่กำหนดสำหรับวัสดุแบนและยาวของมวลรวมหยาบแสดงในตารางที่ 2.18



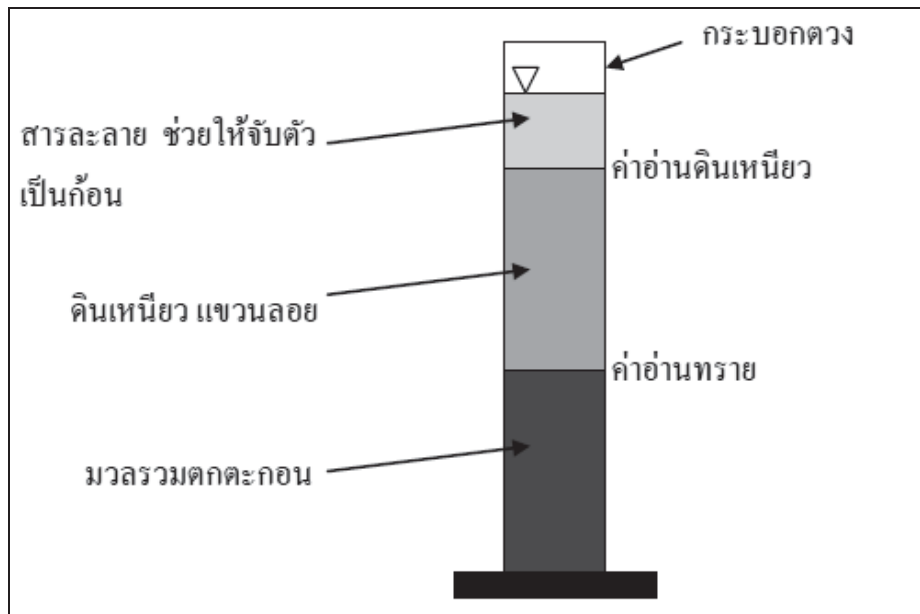
รูปที่ 2.17 การวัดความแบนและความยาวของวัสดุมวลรวมหยาบ
ที่มา : Asphalt Institute (1995)

ตารางที่ 2.6 ข้อกำหนดสำหรับวัสดุแอสฟัลต์และยาวของมวลรวมหยาบ

ปริมาณจราจร ESAL _s (ล้านหน่วย)	ค่าสูงสุด (%)
<0.3	-
<1	-
<3	10
<10	10
<30	10
<100	10
≥100	10

ที่มา : Asphalt Institute (1995)

- ปริมาณดินเหนียวที่ปะปน คิดเป็นร้อยละของวัสดุดินเหนียวที่ปนอยู่ในชั้นส่วนของมวลรวมที่มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงขนาด 4.75 mm. ซึ่งวัดได้ด้วยวิธี AASHTO T176, "Plastic Fines in Graded Aggregates and Soils by Use Of the Sand Equivalent Test" (ASTM D2419) นำตัวอย่างของมวลรวมละเอียดไปผสมกับสารละลายที่ช่วยให้ตะกอนจับตัวเป็นก้อนภายในกระบอกตวง แล้วกวนดินเหนียวละเอียดจนหลุดจากมวลรวมละเอียดซึ่งสารละลายจะช่วยให้ดินเหนียวละเอียดแขวนลอยขึ้นเหนือมวลรวมละเอียด หลังจากนั้นปล่อยให้ตกตะกอนและวัดค่าความสูงของดินเหนียวแขวนลอยกับความสูงของทรายที่ตกตะกอน ดังแสดงในรูปที่ 2.18 และตารางที่ 2.7 แสดงข้อกำหนดปริมาณดินเหนียวสำหรับมวลรวมละเอียด



รูปที่ 2.18 การทดสอบสมมูลทราย

ที่มา : Asphalt Institute (1995)

ตารางที่ 2.7 ข้อกำหนดปริมาณดินเหนียว

ปริมาณจราจรESAL _s (ล้านหน่วย)	ค่าต่ำสุดของสมมูลทราย (%)
<0.3	40
<1	40
<3	40
<10	45
<30	45
<100	50
≥100	50

ที่มา : Asphalt Institute (1995)

ระบบ Superpave พยายามคิดค้นเพื่อให้ได้ HMA ที่มีความเสียดทานภายในระดับสูงและกำลังรับแรงเฉือนมากสำหรับความต้านทานการเกิดร่องล้อโดยการกำหนดความเป็นเหลี่ยมมุมของมวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด การกำจัดความยาวของอนุภาคเพื่อให้แน่ใจว่าส่วนผสม HMA จะไม่มีผลเสียจากการแตกหักของมวลรวมยาวในระหว่างการดำเนินการก่อสร้าง การ

จำกัดปริมาณดินเหนียวที่ปะปนก็เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการยึดเกาะกับระหว่างยางแอสฟัลต์กับมวลรวม

2.4.2.2 คุณสมบัติแหล่งที่มา (Source Properties) เป็นสิ่งที่ใช้เพื่อกำหนดแหล่งท้องถิ่นของมวลรวม คุณสมบัติแหล่งที่มาได้กำหนดในระบบ Superpave ได้แก่

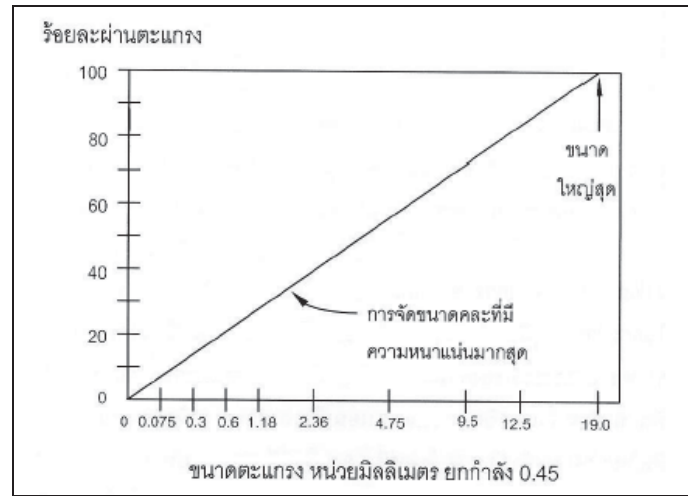
- ความบึกบึน (Toughness) วัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการสึกหรอแบบ LA (Los Angeles Abrasion Test) ตามที่ระบุใน AASHTO T 96 หรือ ASTM C 131 หรือ C 535 วิธีนี้เป็นการทดสอบประเมินความต้านทานของมวลรวมหยาบที่มีต่อการสึกกร่อนและแตกหักเชิงกลในระหว่างการขนส่ง การก่อสร้าง และการให้บริการจราจร ผลจากการทดสอบคือค่าร้อยละของมวลรวมที่สูญหายไปของมวลรวมหยาบในช่วงระหว่างการทดสอบเนื่องจากการแตกหักเชิงกล ซึ่งกำหนดค่าสูญหายสูงสุดไว้ในช่วงตั้งแต่ร้อยละ 35 ถึง 45

- ความถาวร (Soundness) วัดได้จากการทดสอบความถาวรด้วยสารละลายโซเดียมหรือแมกนีเซียมซัลเฟตตามวิธีการทดสอบของ AASHTO T 104 หรือ ASTM C 88 การทดสอบนี้ประเมินค่าความต้านทานของมวลรวมต่อสภาพภูมิอากาศที่ต้องให้การบริการซึ่งกระทำได้ทั้งมวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด จากผลการทดสอบคือค่าร้อยละที่สูญหายทั้งหมดจากชุดตะแกรงร่อนตามจำนวนกำหนดของทุกรอบ ค่าสูญหายสูงสุดมีค่าในช่วงตั้งแต่ร้อยละ 10 ถึง 20 สำหรับห้ารอบ

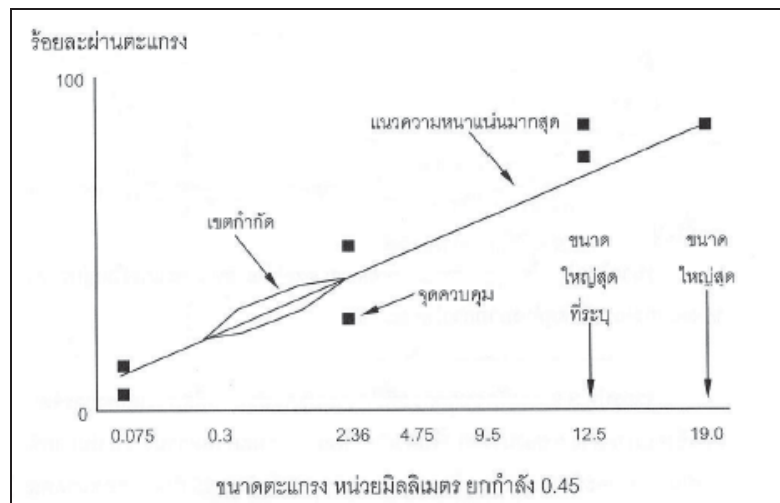
- วัสดุไม่พึงประสงค์วัดได้จากการทดสอบหาค่าปริมาณก้อนดินเหนียวและอนุภาคร่วนกรอบที่ปะปน เช่น ก้อนดินเหนียว เซล ไม้มาก้า และถ่านหินในส่วนผสมของมวลรวมตามที่ระบุใน AASHTO T 112 หรือ ASTM C 142 ซึ่งกระทำได้ทั้งมวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด โดยการนำเอาตัวอย่างมาร้อนผ่านตะแกรงแบบเปียกเพื่อแยกขนาดบนชุดตะแกรงร่อนที่กำหนด จากผลการทดสอบโดยคิดเป็นร้อยละของปริมาณดินเหนียวและอนุภาคร่วนกรอบ ช่วงกำหนดกว้าง ๆ สำหรับค่าร้อยละสูงสุดที่ยอมรับได้ แบ่งเป็นค่าน้อยร้อยละ 0.2 ถึงค่ามากร้อยละ 10 ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบที่แยกได้ของสิ่งปนเปื้อน

2.5.3 การจัดขนาดคละของมวลรวมตามระบบ Superpave

ระบบ Superpave ได้ใช้แผนภูมิการจัดขนาดคละกำลัง 0.45 ดังแสดงในรูปที่ 2.19 กับขีดจำกัดการควบคุมการจัดขนาดคละ (Gradation Control Limits) และเขตจำกัด (Restricted Zone) ดังแสดงในรูปที่ 2.20 สำหรับพัฒนาโครงสร้างมวลรวมที่ออกแบบเพื่อระบุการจัดขนาดคละของมวลรวม



รูปที่ 2.19 การจัดขนาดคละที่มีความหนาแน่นมากที่สุดสำหรับขนาดใหญ่ที่สุด 19 mm
ที่มา : Asphalt Institute (1995)



รูปที่ 2.20 เขตจำกัดขนาดคละของวัสดุมวลรวมที่มีขนาดใหญ่ที่สุด 19 มิลลิเมตรของ Superpave ที่มา : Asphalt Institute (1995)

ขนาดคละของมวลรวมออกแบบที่ออกแบบตามระบบ Superpave ต้องผ่านระหว่างจุดควบคุมต่าง ๆ ของการจัดขนาดคละ และต้องหลีกเลี่ยงเขตจำกัดของการจัดขนาดคละด้วย

ระบบ Superpave เพื่อหลีกเลี่ยงส่วนผสมที่มีทรายละเอียดปริมาณมากเมื่อเทียบกับปริมาณทรายทั้งหมด และเพื่อหลีกเลี่ยงการจัดขนาดคละที่ยึดตามเส้นความหนาแน่นสูงสุด ซึ่งมักจะ มีช่องว่างระหว่างอนุภาคมวลรวมหรือ VMA (Voids in the Mineral Aggregate) ที่ไม่พอเพียง และเพื่อทำความเข้าใจที่ถูกต้องของคำนิยามขนาดของมวลรวมในระบบ Superpave ผู้เขียนขออธิบายคำจำกัดความขนาดมวลรวมในระบบ Superpave ดังนี้

- ขนาดใหญ่สุด (Maximum size) คือขนาดตะแกรงใหญ่กว่าหนึ่งชั้นของขนาดใหญ่สุดที่ระบุ
- ขนาดใหญ่สุดที่ระบุ (Nominal maximum size) คือ ขนาดตะแกรงใหญ่กว่าหนึ่งชั้นของตะแกรงแรกที่วัสดุค้างมากกว่าร้อยละ 10

จากรูปที่ 2.19 การจัดขนาดคละที่มีความหนาแน่นมากที่สุดจะแสดงการจัดขนาดคละ ซึ่งอนุภาคต่าง ๆ ของมวลรวมจับตัวกันพอเหมาะตามสภาพความหนาแน่นมากที่สุดที่จะเป็นไปได้ และยังแสดงแผนภูมิการจัดขนาดคละยกกำลัง 0.45 กับการจัดขนาดคละที่มีความหนาแน่นมากที่สุดสำหรับมวลรวมขนาดใหญ่สุด 19.0 mm

รูปที่ 2.20 แสดงจุดควบคุมและเขตจำกัด สำหรับส่วนผสม Superpave 12.5 mm. โดยจะเห็นได้ว่าเขตจำกัดมีอาณาเขตอยู่ตามแนวการจัดขนาดคละที่มีความหนาแน่นมากที่สุดระหว่างตะแกรงขนาดกลางและตะแกรงขนาด 0.3 mm การจัดขนาดคละที่ผ่านเขตจำกัดมีชื่อเรียกว่า การจัดขนาดคละแบบ Humped Gradation ในกรณีส่วนมากการจัดขนาดคละแบบ Humped Gradation ชี้ให้เห็นว่าเป็นส่วนผสมที่มีทรายมากเกินไปหรือเป็นส่วนผสมที่มีทรายละเอียดมากเกินไป การจัดขนาดคละแบบนี้มักมีผลกับส่วนผสมโดยอาจก่อให้เกิดปัญหาในการบดอัดที่ยุ่งยากและมักลดความต้านทานต่อการเสีรปูอย่างถาวรในช่วงการให้บริการแก่การจราจร

2.5.4 ความถ่วงจำเพาะของมวลรวม

การวัดค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวม มี 3 วิธีได้แก่ ความถ่วงจำเพาะทั้งก้อน (Bulk Specific Gravity) ความถ่วงจำเพาะปรากฏ (Apparent Specific Gravity) และความถ่วงจำเพาะประสิทธิภาพ (Effective Specific Gravity) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.5.4.1 ความถ่วงจำเพาะทั้งก้อน

ความถ่วงจำเพาะทั้งก้อน (G_{sb}) คืออัตราส่วนของมวลรวมของวัสดุซึ่มปริมาตรหนึ่งหน่วยซึ่งรวมทั้งช่องว่างที่ดูดซึ่มและไม่ดูดซึ่ม วัดในอากาศ ณ อุณหภูมิที่กำหนด ต่อมวลของ

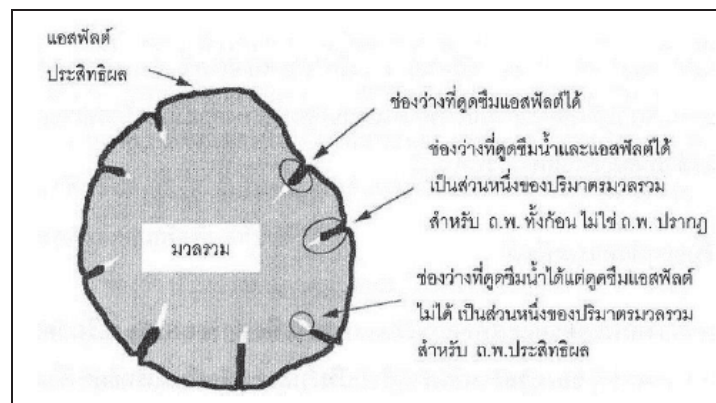
น้ำกลั่นที่ปราศจากก๊าซและมีปริมาตรเท่ากัน วัดในอากาศที่มีความหนาแน่นเท่ากัน ณ อุณหภูมิเดียวกัน คำนวณได้จากสมการที่ 2.1 รูปที่ 2.21 ประกอบคำอธิบาย

$$G_{sb} = \frac{\frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{G_1}{P_1} + \frac{G_2}{P_2} + \dots + \frac{G_n}{P_n}}}{\frac{G_1}{P_1} + \frac{G_2}{P_2} + \dots + \frac{G_n}{P_n}} \quad (2.1)$$

เมื่อ G_{sb} = ความถ่วงจำเพาะทั้งก้อนสำหรับมวลรวมทั้งหมด
 P_1, P_2, P_n = ค่าร้อยละของมวลรวมแต่ละชนิดโดยมวลรวมของมวลรวมทั้งหมด
 G_1, G_2, G_n = ความถ่วงจำเพาะทั้งก้อนของมวลรวมแต่ละชนิด

2.4.4.2 ความถ่วงจำเพาะปรากฏ

ความถ่วงจำเพาะปรากฏ (G_{sb}) คือ อัตราส่วนของมวลรวมของวัสดุที่ไม่ดูดซึม ปริมาตรหนึ่งหน่วย วัดในอากาศ ณ อุณหภูมิที่กำหนดต่อมวลของน้ำกลั่นที่ปราศจากก๊าซ และมีปริมาตรเท่ากัน วัดในอากาศที่มีความหนาแน่นเท่ากัน ณ อุณหภูมิเดียวกัน รูปที่ 2.21 ประกอบคำอธิบาย



รูปที่ 2.21 แสดงความถ่วงจำเพาะแบบทั้งก้อน ปรากฏ และประสิทธิภาพ รวมทั้งปริมาณแอสฟัลต์

ประสิทธิภาพในส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดอัดแล้ว

ที่มา : การออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต Superpave, วัชรินทร์ วิทยกุล (2547)

$$G_{sa} = \frac{W_s}{V_s \times y_w} \quad (2.2)$$

เมื่อ G_{sa} = ความถ่วงจำเพาะปรากฏสำหรับมวลรวมทั้งหมด

W_s = มวลของมวลรวมทั้งหมด

V_s = ปริมาตรของมวลรวม

y_w = ความหนาแน่นของน้ำ = 1g/cm^3

2.5.4.3 ความถ่วงจำเพาะประสิทธิภาพ

ความถ่วงจำเพาะประสิทธิภาพ (G_{se}) คือ อัตราส่วนของมวลรวมของวัสดุที่ดูดซึมปริมาตรหนึ่งหน่วย ซึ่งไม่รวมช่องว่างที่ดูดซึมแอสฟัลต์ วัดในอากาศ ณ อุณหภูมิที่กำหนดของมวลน้ำกลั่นที่ปราศจากก๊าซและมีปริมาตรเท่ากัน วัดในอากาศที่มีความหนาแน่นเท่ากัน ณ อุณหภูมิเดียวกัน คำนวณได้จากสมการที่ 2.2 รูปที่ 2.21 ประกอบคำอธิบาย

$$G_{se} = \frac{\frac{P_{mm}}{P_{mm}} \frac{P_b}{P_b}}{\frac{G_{mm}}{G_b}} \quad (2.3)$$

เมื่อ G_{se} = ความถ่วงจำเพาะประสิทธิภาพของมวลรวม

G_{mm} = ความถ่วงจำเพาะสูงสุดของส่วนผสมที่ไม่มีช่องว่างอากาศตามวิธี
ASTM D 2041 หรือ AASHTO T 209

P_{mm} = ค่าร้อยละโดยมวลของส่วนผสมทั้งหมด = 100

P_{mm} = ค่าร้อยละของปริมาณแอสฟัลต์โดยมวลทั้งหมดของส่วนผสม
ตามวิธี ASTM D 2041 หรือ AASHTO T 209

G_b = ความถ่วงจำเพาะของแอสฟัลต์

2.6 การออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Superpave

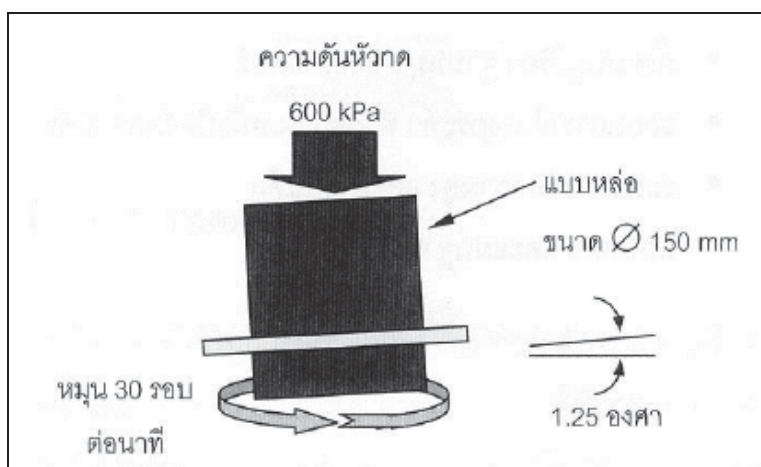
การออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Superpave นั้นถูกพัฒนาขึ้นโดย SHRP ให้สอดคล้องกับสภาพการก่อสร้างและการใช้งานจริงของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต โดยมี

ข้อแตกต่างที่สำคัญจากการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Marshall ซึ่งเป็นวิธีการออกแบบที่ใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายดังนี้

- Superpave ใช้การบดอัดก้อนตัวอย่างวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยเครื่อง Superpave Gyratory Compactor (SGC) ดังแสดงในรูปที่ 2.22 แทนการทำได้ด้วยเครื่องบดอัด Marshall โดยจากการศึกษาของ SHRP ชี้ให้เห็นว่าการบดอัดด้วยเครื่อง SGC จำลองลักษณะการบดอัดจริงในสนามด้วยรถบดได้ดีกว่าการบดอัดด้วยค้อนตำ นอกจากนี้เครื่อง SGC ยังสามารถบดอัดวัสดุผสมให้มีขนาดของก้อนตัวอย่างได้ 2 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว (100 มิลลิเมตร) และ 6 นิ้ว (150 มิลลิเมตร) และยังสามารถผลิตก้อนตัวอย่างได้ตามความสูงที่ต้องการอีกด้วย กระบวนการบดอัดจะเริ่มขึ้น โดยนำวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่จะทำการบดอัดบรรจุลงในแบบหล่อ จากนั้นนำแบบหล่อดังกล่าวเข้าติดตั้งกับส่วนฐานรับก้อนตัวอย่างซึ่งส่วนฐานจะหมุนในอัตรา 30 รอบต่อนาที และจะรองรับแบบหล่อไว้ขณะทำการบดอัด นอกจากนี้ที่ฐานจะมีขอบเพื่อล๊อคกับ Bearing ที่ทำหน้าที่บังคับวัสดุผสมในแบบหล่อ ทำมุม 1.25 องศากับหัวกด ที่ควบคุมความดันกดบนวัสดุในแบบหล่อด้วยความดันคงที่ 600 กิโลปาสกาล (kPa) เพื่อทำการบดอัดวัสดุในแต่ละรอบตามรูปที่ 2.23 ซึ่งเป็นการเลียนแบบจากสภาพจริงในสนามที่ล้อเหล็กของรถบดอัดทำกับถนน ขณะทำการบดอัดถนนในสนาม



รูปที่ 2.22 เครื่อง Superpave Gyratory Compactor (SGC)



รูปที่ 2.23 กลไกการทำงานและขนาดล้อกำหนดต่าง ๆ ที่ใช้กับเครื่อง SCG
ที่มา : Asphalt Institute (1995)

- จำนวนรอบการบดอัดก้อนตัวอย่างด้วยเครื่อง SGC เพื่อการออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่เหมาะสม (N_{des}) จะเปลี่ยนไปตามสภาพการใช้งานได้แก่ ค่าอุณหภูมิอากาศสูงออกแบบเฉลี่ย (The average design high air temperature) และปริมาณจราจรในรูปของจำนวนเพลลาเดี่ยวมาตรฐาน (ESALs) ที่ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตจะต้องรองรับตลอดอายุการออกแบบ (Design ESALs) ช่วงของค่าต่าง ๆ สำหรับ (N_{des}) แสดงไว้ในตารางที่ 2.8 ซึ่งต่างจากวิธีออกแบบของ Marshall ซึ่งถึงแม้จะมีจำนวนการบดอัด 50 ครั้งต่อหนึ่งด้านสำหรับปริมาณจราจรน้อย และ 75 ครั้งต่อหนึ่งด้านสำหรับปริมาณจราจรสูง แต่ในความเป็นจริงก็ใช้แต่จำนวนการบดอัด 75 ครั้งต่อหนึ่งด้าน ซึ่งก็ยังคงไม่เพียงพอกับปริมาณการจราจรสูงในปัจจุบัน

ตารางที่ 2.8 จำนวนรอบการบดอัดในการออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตตามระบบ Superpave

Design ESALs (millions)	Average Design High Air Temperature											
	<39°C			39-40°C			41-42°C			43-44°C		
	N_{ini}	N_{des}	N_{max}	N_{ini}	N_{des}	N_{max}	N_{ini}	N_{des}	N_{max}	N_{ini}	N_{des}	N_{max}
<0.3	7	68	104	7	74	114	7	78	121	7	82	127
0.3-1	7	76	117	7	83	129	7	88	138	8	93	146
1-3	7	86	134	8	95	150	8	100	158	8	105	167
3-10	8	96	152	8	106	169	8	113	181	9	119	192
10-30	8	109	174	8	121	195	9	128	208	9	135	220
30-100	9	126	204	9	139	228	9	146	240	10	153	253
>100	9	143	235	10	158	262	10	165	275	10	172	228

ที่มา : Asphalt Institute (1995)

ซึ่งจากตารางที่ 2.8 จะเห็นว่า Superpave ได้กำหนดจำนวนรอบได้ในการบดอัดอีก 2 ค่า ได้แก่ จำนวนรอบบดอัดเริ่มต้น (N_{ini}) และจำนวนรอบบดอัดสูงสุด (N_{max}) เพื่อควบคุมให้ส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ได้ไม่ถูกบดอัดได้ง่ายจนเกินไป จนอาจทำให้เกิดเป็นร่องล้อได้ง่ายเมื่อเปิดการจราจร โดยการควบคุมความถ่วงจำเพาะของ วัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ N_{ini} และ N_{max} โดยค่า N_{ini} และค่า N_{max} ความสัมพันธ์ระหว่างค่า N_{des} กับดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Log } N_{\max} = 1.1 \text{ Log } N_{\text{des}} \quad (2.4)$$

$$\text{Log } N_{\text{ini}} = 0.45 \text{ Log } N_{\text{des}} \quad (2.5)$$

- ภายหลังการออกแบบส่วนผสมเชิงปริมาตร (Volumetric Design) ของส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตแล้วเสร็จ Superpave ยังกำหนดให้มีการตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ได้จากการออกแบบว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมและเพียงพอในการนำไปใช้งานได้หรือไม่ ด้วยความละเอียดของการทดสอบที่แตกต่างกันตามปริมาณการจราจรที่ใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 2.9 ในขณะที่วิธี Marshall มีการทดสอบคุณสมบัติแบบเดี่ยวด้วยวิธี Marshall Test

ตารางที่ 2.9 ระดับในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Superpave

Level	Superpave	Traffic , ESALs ¹	Testing Requirements ²
1	Volumetric Mix Design	10 ⁶	Materials selection and Volumetric Proportioning
2	Intermediate Analysis	10 ⁷	Volumetric mix design+Performance Prediction tests
3	Complete Analysis	>10 ⁷	Volumetric mix design + Enhanced Performance prediction tests

หมายเหตุ¹ = ปริมาณจราจรของน้ำหนักเพลลาเดี่ยวเทียบเท่า

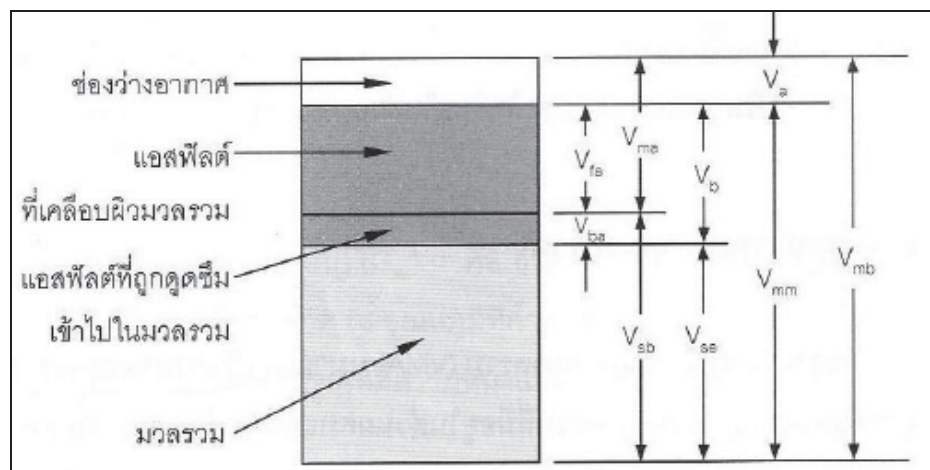
² = ในทุกกรณีใช้ AASHTO T 283 ประเมินค่าความไวต่อความชื้น

ที่มา : Asphalt Institute (1995)

โดยรายละเอียดและขั้นตอนในการออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธี Superpave นั้นได้สรุปและอธิบายไว้ในบทที่ 3 ในส่วนนี้จะขออธิบายถึงคุณสมบัติเชิงปริมาตรต่างๆของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ต้องใช้ประกอบการคำนวณในการออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธี Superpave ไว้ดังต่อไปนี้

2.7 คุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต

คุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตนั้นคือความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและน้ำหนัก ของส่วนประกอบต่าง ๆ ของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตดังแสดงในรูปที่ 2.24 โดยมีค่าคุณสมบัติเชิงปริมาตรที่สำคัญที่ใช้ในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตดังจะได้อธิบายไว้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.24 แผนผังส่วนประกอบของก้อนตัวอย่างที่บดอัดแล้วของ HMA

ที่มา : วัชรินทร์ วิทย์กุล (2547)

เมื่อ	V_{ma}	=	ปริมาตรของช่องว่างระหว่างอนุภาคมวลรวม
	V_{mb}	=	ปริมาตรทั้งก้อนของส่วนผสมที่บดอัดแล้ว
	V_{mm}	=	ปริมาตรปราศจากช่องว่างของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต
	V_{fa}	=	ปริมาตรของช่องว่างที่บรรจุด้วยแอสฟัลต์
	V_a	=	ปริมาตรของช่องว่างอากาศ
	V_b	=	ปริมาตรของแอสฟัลต์
	V_{ba}	=	ปริมาตรของแอสฟัลต์ที่ถูกดูดซึม
	V_{sb}	=	ปริมาตรของมวลรวมโดยความถ่วงจำเพาะทั้งก้อน
	V_{se}	=	ปริมาตรของมวลรวมโดยความถ่วงจำเพาะประสิทธิภาพ

2.7.1 ช่องว่างอากาศ

ช่องว่างอากาศ (Air Voids, V_a) ของแอสฟัลต์คอนกรีต หมายถึง ช่องว่างเล็กๆของอากาศที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทั้งหมดของมวลรวมที่เคลือบด้วยแอสฟัลต์ในส่วนผสม แสดงค่าเป็นร้อยละของปริมาตรทั้งหมดของส่วนผสม คำนวณได้จากสมการที่ 2.6 ดังแสดงในรูปที่ 2.24 ปริมาตรช่องว่างอากาศมีผลต่อความทนทานของผิวแอสฟัลต์คอนกรีต ถ้าปริมาตรช่องว่างอากาศน้อย น้ำและอากาศมีโอกาสซึมผ่านเข้าไปทำลายการยึดเกาะระหว่างมวลรวมกับแอสฟัลต์ได้น้อยทำให้ผิวทางมีอายุยาวนาน อย่างไรก็ตามปริมาตรช่องว่างอากาศมีน้อยเกินไปจะทำให้แอสฟัลต์ทะลักขึ้นมาบนผิวหน้าถนนได้

$$V_a = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \quad (2.6)$$

เมื่อ V_a = ช่องว่างอากาศในส่วนผสมที่บดทับแล้วคิดเป็นร้อยละของปริมาตรทั้งหมด

G_{mm} = ความถ่วงจำเพาะสูงสุดของส่วนผสมตามวิธี ASTM D 2041 หรือ AASHTO T209

G_{mb} = ความถ่วงจำเพาะทั้งก้อนของส่วนผสมที่บดทับแล้ว

2.7.2 ช่องว่างระหว่างอนุภาคมวลรวม

ช่องว่างระหว่างอนุภาคมวลรวม(VMA)หมายถึงปริมาตรของช่องว่างที่อยู่ระหว่างอนุภาคแต่ละอนุภาคของมวลรวมที่มีอยู่ในส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดอัดแล้ว ซึ่งเป็นผลรวมของช่องว่างอากาศกับปริมาณแอสฟัลต์ประสิทธิผล แสดงค่าเป็นร้อยละของปริมาตรทั้งหมดของส่วนผสม คำนวณได้จากสมการที่ 2.7 ดังแสดงในรูปที่ 2.24

$$VMA = 100 \times \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \quad (2.7)$$

เมื่อ VMA = ช่องว่างระหว่างอนุภาคมวลรวมคิดเป็นร้อยละของปริมาตรทั้งก้อน

G_{mb} = ความถ่วงจำเพาะทั้งก้อนของส่วนผสมที่บดทับแล้วตามวิธี ASTM D 1188 หรือ D 2726 หรือ AASHTO T 166

P_s = ค่าร้อยละของมวลรวมโดยมวลทั้งหมดของส่วนผสม

2.7.3 ช่องว่างที่บรรจุด้วยแอสฟัลต์

ช่องว่างที่บรรจุด้วยแอสฟัลต์ (VFA) หมายถึง ค่าร้อยละของปริมาตรช่องว่างระหว่าง

อนุภาคต่าง ๆ ของมวลรวมที่บรรจุด้วยปริมาณแอสฟัลต์ประสิทธิภาพ จึงแสดงเป็นอัตราส่วนของ $(VMA - V_a)$ กับ VMA คำนวณได้จากสมการที่ 2.8 ดังแสดงในรูปที่ 2.24

$$VFA = 100 \times \frac{VMA - V_a}{VMA} \quad (2.8)$$

เมื่อ VFA = ช่องว่างที่บรรจุด้วยแอสฟัลต์คิดเป็นร้อยละของ VMA
 VMA = ช่องว่างระหว่างอนุภาคมวลรวมคิดเป็นค่าร้อยละของปริมาตรทั้งหมด
 V_a = ช่องว่างอากาศในส่วนผสมที่บดทับแล้วคิดเป็นค่าร้อยละของปริมาตรทั้งหมด

2.7.4 ปริมาตรแอสฟัลต์ประสิทธิภาพ

ปริมาณแอสฟัลต์ประสิทธิภาพ (P_{be}) หมายถึง ปริมาณแอสฟัลต์ที่ได้จากผลแตกต่างระหว่างปริมาณแอสฟัลต์ทั้งหมดของส่วนผสมกับปริมาณแอสฟัลต์ส่วนที่ถูกดูดซึมเข้าไปในอนุภาคทั้งหมดของมวลรวมในส่วนผสม คำนวณได้จากสมการที่ 2.9 ดังแสดงในรูปที่ 2.24

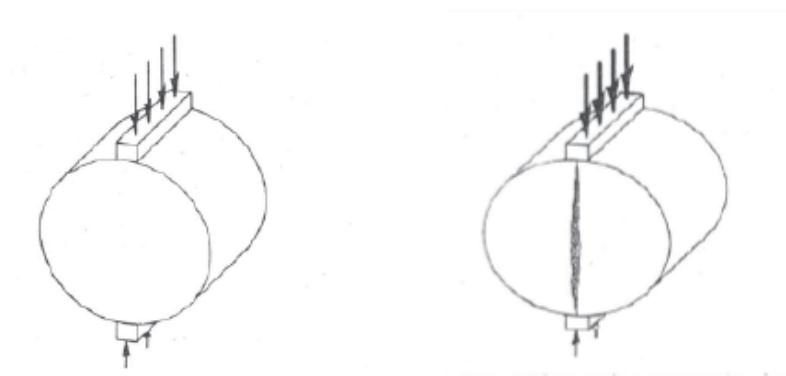
$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba}}{100} \times P_s \quad (2.9)$$

เมื่อ P_{be} = ค่าร้อยละของแอสฟัลต์ประสิทธิภาพโดยมวลทั้งหมดของส่วนผสม
 P_b = ค่าร้อยละของแอสฟัลต์โดยมวลทั้งหมดของส่วนผสม
 P_{ba} = ค่าร้อยละของแอสฟัลต์ที่ถูกดูดซึมโดยมวลของมวลรวม
 P_s = ค่าร้อยละของมวลรวมโดยมวลทั้งหมดของส่วนผสม

2.8 การทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต

2.8.1 การทดสอบค่ากำลังรับแรงดึงทางอ้อม (Indirect tensile strength test)

การทดสอบแบบ Indirect Tensile Test นั้นกระทำโดยการให้น้ำหนักทดสอบแบบที่เป็นแรงกด (Compression load) ซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งแบบอัตราคงที่ (Static) หรือแบบกระทำซ้ำ (Repeated load) ก็ได้แล้วแต่กรณี โดยที่ให้น้ำหนักกระทำในแนวนอนตามแนวเส้นผ่านศูนย์กลางของก้อน ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ ตามที่แสดงในรูปที่ 2.25



(ก) แรงอัดกระทำบนก้อนตัวอย่าง

(ข) ก้อนตัวอย่างเสียหาย

รูปที่ 2.25 การให้น้ำหนักกระทำก่อนตัวอย่างและลักษณะการแตกร้าวของก้อนตัวอย่าง

ที่มา : Anagnos. (1972)

ค่ากำลังรับแรงดึงทางอ้อมที่เกิดขึ้นกับก้อนตัวอย่างจากการทดสอบ Indirect Tensile สามารถหาได้จากสมการที่ 2.10

$$\sigma_T = \text{Tensile stress (MPa)}$$

(2.10)

เมื่อ σ_T = แรงกระทำต่อก้อนตัวอย่าง (N)

P = ความสูงเฉลี่ยของตัวอย่าง (mm)

T = ความสูงเฉลี่ยของตัวอย่าง (mm)

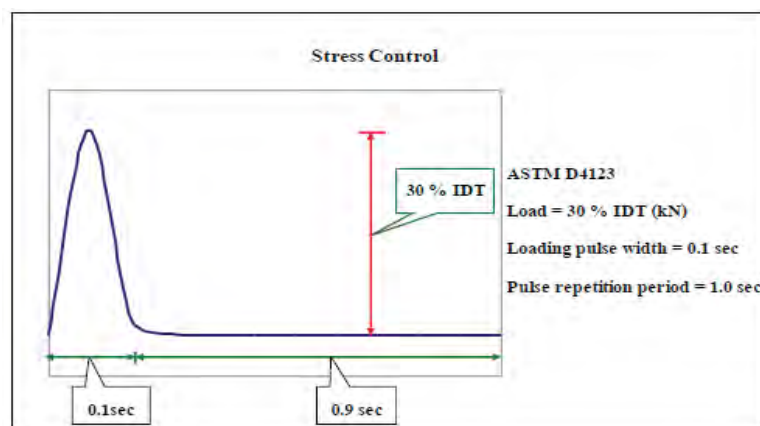
D = เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของตัวอย่าง (mm)

ในกรณีที่ P เป็นแรงกระทำที่ทำให้ก้อนตัวอย่างวิบัติ (Failure) เนื่องจากแรงดึงทางอ้อมค่า Stress ได้จากสมการจะเป็นค่า Indirect Tensile Strength (ITS)

2.8.2 การทดสอบโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus)

โดยการใช้วิธีแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile) ในการทดสอบวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต โดยการให้น้ำหนักกระทำซ้ำๆ กับก้อนตัวอย่างที่ทดสอบ เพื่อให้น้ำหนักที่กระทำนั้นเป็นลักษณะรูปคลื่น Haversine น้ำหนักที่กระทำในแนวดิ่ง ต่อเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวดิ่งของก้อนตัวอย่าง จะทำให้อ่อนตัวอย่างเกิดการขยายตัวในแนวราบและขณะช่วงเวลาหยุดพักการให้น้ำหนักกระทำก้อนตัวอย่างจะมีการคืนตัวกลับเรียกว่าค่าการคืนตัว (Resilient Deformation) เมื่อให้น้ำหนักกระทำซ้ำอีกตาม 50-200 ครั้งจนกระทั่งค่าการตัวมีค่าค่อนข้างคงที่แล้วทดสอบ 5 ค่าสุดท้ายแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย และการกำหนดค่า Poisson's Ratio โดยการประมาณของก้อนทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตจะทำให้ได้ค่าโมดูลัสการคืนตัว

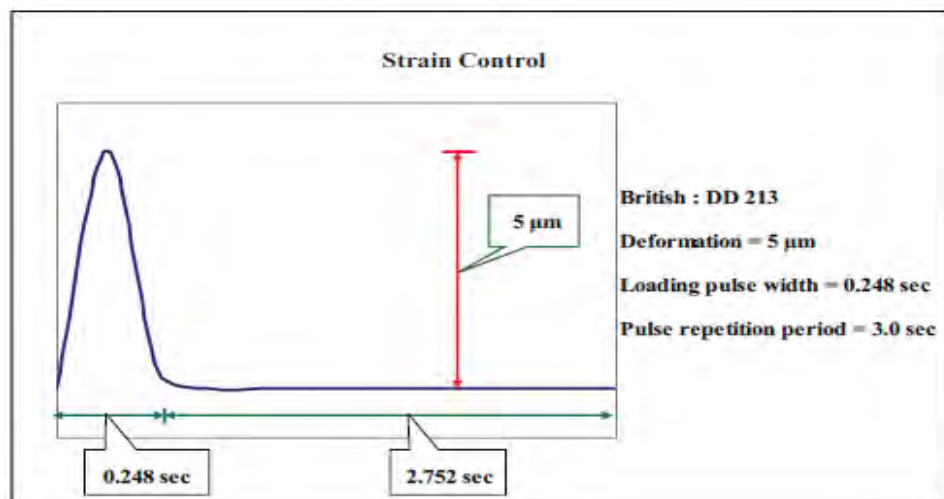
ตามมาตรฐาน ASTM D 4123-82(1995) Standard Test Method for Indirect Tension Test for Resilient Modulus of Bituminous Mixtures จะมีการให้น้ำหนักเป็นแบบกระทำซ้ำ (Repeated Load) ในรูปแบบ Haversine Wave ทุก 1 วินาที ซึ่งเวลาที่น้ำหนักกระทำก้อนตัวอย่าง 0.1 วินาที และเวลาพัก 0.9 วินาที โดยให้น้ำหนักกระทำมีค่าเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์ของค่าความต้านทานต่อแรงดึงทางอ้อมที่อุณหภูมิต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 รูปแบบการทดสอบโมดูลัสคืนตัวแบบ Stress-Control Test ตามมาตรฐาน ASTM D4123

ตามมาตรฐาน BS DD 213:1993 Method for determination of the indirect stiffness

Modulus of bituminous mixtures จะมีการให้น้ำหนักเป็นแบบกระทำซ้ำ (Repeated Load) ใน รูปแบบ Haversine Wave ทุก 3 วินาที ซึ่งน้ำหนักที่กระทำก่อนตัวอย่าง 0.248 วินาที และ เวลาพัก 2.752 วินาที โดยให้น้ำหนักกระทำที่ทำให้เกิดการขยายตัวในแนวราบเท่ากับ 5 ไมโครเมตร (μm) ดังแสดงในรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 รูปแบบการทดสอบโมดูลัสคืบตัวแบบ Strain-Control Test ตามมาตรฐาน ASTM D213:1993

ค่าโมดูลัสคืบตัวของก้อนตัวอย่างเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้วสามารถคำนวณได้จากค่าความสัมพันธ์ของสมการที่ 2.11 (Austroads Pavement Reference Group [APRG], 1999)

$$M_R = \frac{P(V+0.27)}{h_c \times H} \quad (2.11)$$

เมื่อ

- M_R = ค่าโมดูลัสคืบตัว (MPa)
- P = น้ำหนักกระทำสูงสุด (N)
- V = ค่า Poisson's Ratio
- h_c = ความหนาของก้อนตัวอย่างโดยเฉลี่ย (mm)
- H = ระยะการคืบตัวทั้งหมด (mm)

2.8.3 การทดสอบค่าไดนามิค โมดูลัส (Dynamic Modulus Test)

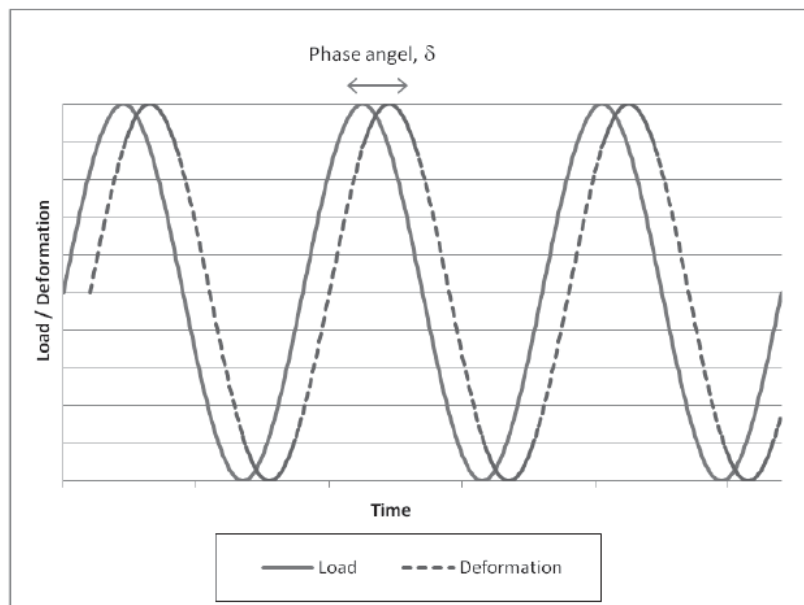
การทดสอบหาค่าไดนามิคโมดูลัส (Dynamic Modulus, E^*) ของวัสดุนั้น เป็นการทดสอบ

ที่ให้แรงกระทำต่อวัสดุแบบแรงกดแกนเดียว (Uniaxial) โดยมีรูปร่างของแรงกระทำ (Waveform) เป็นรูป Sine Wave ที่ไม่มีช่วงพัก (Rest period) ดังแสดงในรูปที่ 2.28 และเมื่อตรวจวัดค่าการยุบตัว (Deformation) ของก้อนตัวอย่างก็จะพบว่าการยุบตัวจะเกิดตามหลังแรงที่มากระทำชั่วระยะเวลาหนึ่งซึ่งเรียกว่าค่า Phase Angle (δ) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของวัสดุที่แข็งหนืดกึ่งยืดหยุ่น และเมื่อนำค่าความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้นในก้อนตัวอย่างมาคำนวณตามสมการที่ 2.12 ก็จะสามารถคำนวณหาค่า E^* ที่อุณหภูมิและความถี่ของแรงกระทำนั้นได้

$$E^* = \sigma_0 / \epsilon_0$$

(2.12)

เมื่อ E^* = ค่าไดนามิกโมดูลัส
 σ_0 = ความเค้นสูงสุดที่กระทำต่อก้อนตัวอย่าง
 ϵ_0 = ความเครียดสูงสุดที่เกิดขึ้นในก้อนตัวอย่าง



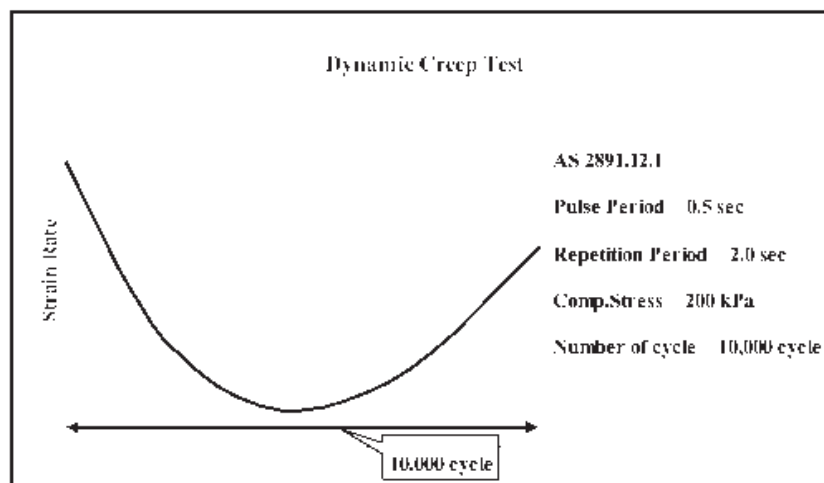
รูปที่ 2.28 แรงกระทำและการยุบตัวที่เกิดขึ้นในลักษณะ Sine Wave ของการทดสอบไดนามิกโมดูลัส

โดยหากทำการทดสอบหา E^* โดยใช้แรงกระทำที่หลายความถี่และหลายอุณหภูมิทดสอบจะสามารถนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลต่อเชื่อมกันด้วยวิธี Time-Temperature

Superposition จะสามารถสร้าง Master curve ของค่า E^* ที่อุณหภูมิและความถี่ของแรงกระทำใด ๆ โดยการแปลงค่าอุณหภูมิและความถี่ของแรงกระทำให้อยู่ในรูปของค่า Shift Factor

การทดสอบการยุบตัวถาวรแบบไดนามิก (Dynamic Creep Test)

ตามมาตรฐาน AS 2891.12.1 Determination of the Permanent Compressive Strain Characteristics of Asphalt – Dynamic Creep Test ได้กำหนดเงื่อนไขไว้ว่าปริมาณช่องว่างอากาศของก้อนตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 4 อุณหภูมิที่ใช้ทดสอบเท่ากับ 50 องศาเซลเซียส หน่วยแรงที่ใช้ในการทดสอบเท่ากับ 200 kPa ช่วงเวลาในการให้น้ำหนักกระทำเท่ากับ 0.5 วินาที และช่วงเวลาที่หยุดเพื่อบรรเทาให้น้ำหนักกระทำ 1.5 วินาที ดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 รูปแบบการทดสอบ Dynamic creep test ตามมาตรฐาน AS 2891.12.1

โดยในการทดสอบการยุบตัวถาวรแบบไดนามิกจะทำการคำนวณหาค่าความเครียดที่เกิดขึ้นในแต่ละรอบ (Strain rate) และความเครียดสะสม (Accumulated strain , ϵ_p) หรือค่าผลบวกสะสมของความเครียดถาวรที่เกิดขึ้นภายในวัสดุ เมื่อวัสดุนั้นได้รับแรงกระทำซ้ำๆ โดยสามารถหาค่าได้จากสมการที่ 2.13

$$\epsilon_p = \frac{\Delta h_p}{h_0}$$

(2.13)

เมื่อ Δh_p = ระยะการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างถาวรตามแนวแกน
ของตัวอย่างนับตั้งแต่เริ่มการทดสอบ (mm)
 h_0 = ความสูงเริ่มต้นของตัวอย่างที่ทดสอบ (mm)

บทที่ 3

วิธีการในการศึกษา

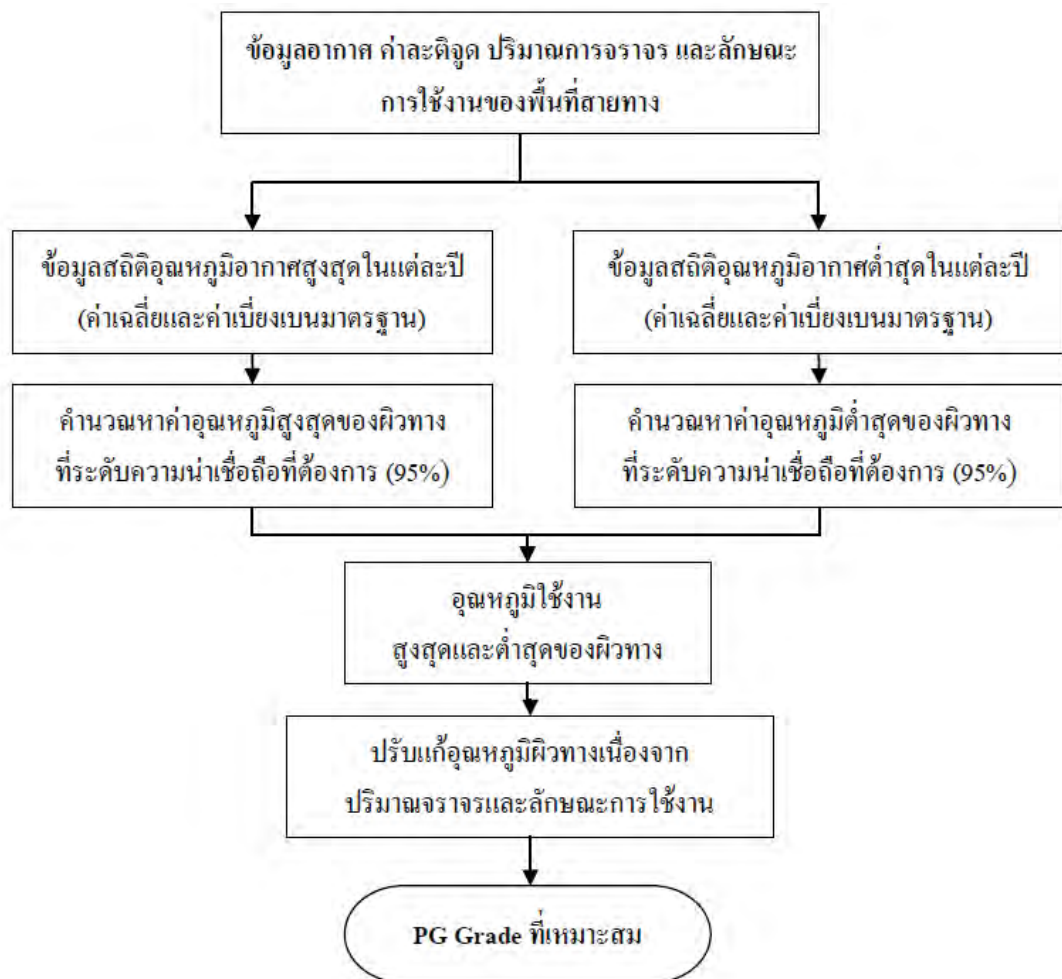
การศึกษาวิจัยในโครงการนี้มีขั้นตอนและวิธีการในการศึกษาแบ่งเป็นหัวข้อให้ สองหัวข้อดังนี้

- การคัดเลือกยางแอสฟัลต์และมวลรวมให้ไปเป็นไปตามข้อกำหนดของ Superpave ในเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือ
- วิธีการออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์แบบ Superpave ของพื้นที่ศึกษาภาคเหนือของประเทศไทย

จากวิธีการศึกษาสองหัวข้อดังกล่าวมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การคัดเลือกยางแอสฟัลต์และมวลรวมให้ไปเป็นไปตามข้อกำหนดของ Superpave ในเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือ

ข้อกำหนดคุณสมบัติ (Specification) ของยางแอสฟัลต์ (Performance Graded Asphalt Binder Specification) โดยในการเลือกใช้เกรดยางแอสฟัลต์ตามข้อกำหนด Superpave หรือที่เรียกโดยย่อว่า PG Grade จะต้องพิจารณาจากอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในการใช้งานปริมาณจราจรและสภาพการใช้งาน ตัวอย่างเช่น ยาง PG Grade 70-22 หมายความว่า ยางแอสฟัลต์ดังกล่าวสามารถใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิ 70 ถึง ลบ 22 องศาเซลเซียส โดยมีขั้นตอนการเลือกใช้เกรดยางแอสฟัลต์ตามระบบ SUPERPAVE จากค่าอุณหภูมิอากาศดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่ง Superpave ได้กำหนดให้มีการจำลองการเสื่อมสภาพของยางแอสฟัลต์ในระหว่างการก่อสร้างและในระหว่างการใช้งาน ก่อนที่จะนำยางแอสฟัลต์มาทำการทดสอบคุณสมบัติที่สะท้อนถึงสมรรถนะ (Performance) ในการใช้งานในภาคสนาม โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการทดสอบใหม่ เช่น การอบเยื่อบางของแอสฟัลต์แบบกลิ้ง (Rolling Thin Film Oven : RTFO) การอบเร่งอายุด้วยความดัน (Pressure Aging Vessel : PAV) และการทดสอบหาค่าโมดูลัสของยางแอสฟัลต์ด้วยเครื่องไดนามิกเชียร์รีโอมิเตอร์ (Dynamic shear Rheometer : DSR) เป็นต้น โดยการตรวจสอบยางแอสฟัลต์ว่าคุณสมบัติมีความเหมาะสมในการใช้งานสอดคล้องกับค่า PG Grade ที่กำหนดนั้น คุณสมบัติของยางแอสฟัลต์ที่ต้องการจะมีค่าคงที่ แต่อุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบจะเปลี่ยนไปให้สอดคล้องกับสภาพการใช้งานจริง ดังตัวอย่างข้อกำหนดคุณสมบัติของยางแอสฟัลต์ตามระบบ SUPERPAVE ในตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การเลือกใช้เกรดยางระบบ SUPERPAVE (PG Grade) จากข้อมูลอากาศ ปริมาณจราจรและลักษณะการใช้งาน

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อกำหนดคุณสมบัติสำหรับยางแอสฟัลต์ตามระบบ SUPERPAVE

Performance Grade	PG 46			PG 52						PG 58					PG 64						
	34	40	46	10	16	22	28	34	40	46	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	40
Average 7-day Maximum Pavement Design Temperature, °C	< 46			< 52						< 58					< 64						
Minimum Pavement Design Temperature, °C	-34	-40	-46	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40
ORIGINAL BINDER																					
Flash Point Temp, T 48, Minimum (°C)	230																				
Viscosity, ASTM D 4402: Maximum, 3 Pa's, Test Temp, °C	135																				
Dynamic Shear, TP 5: G* $\frac{1}{s}$ in δ , Minimum, 1.00 kPa Test Temp @ 10 rad/s, °C	46			52						58					64						
ROLLING THIN FILM OVEN RESIDUE (T 240)																					
Mass Loss, Maximum, percent	1.00																				
Dynamic Shear, TP 5: G* $\frac{1}{s}$ in δ , Minimum, 2.20 kPa Test Temp @ 10 rad/s, °C	46			52						58					64						
PRESSURE AGING VESSEL RESIDUE (PP 1)																					
PAV Aging Temperature, °C	90			90						100					100						
Dynamic Shear, TP 5: G* $\frac{1}{s}$ in δ , Maximum, 6000 kPa Test Temp @ 10 rad/s, °C	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16
Physical Hardening	Report																				
Creep Stiffness, TP 1 Determine the critical cracking temperature as described in PP 42	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30
Direct Tension, TP 3 Determine the critical cracking temperature as described in PP 42	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30

ที่มา : WSDOT Pavement Guide

การนำแอสฟัลต์ซีเมนต์มาใช้งานตามวิธี Superpave มีการคัดเลือกตาม PG ซึ่งพิจารณาถึงสภาพภูมิอากาศที่ผิวทางแอสฟัลต์จะต้องเผชิญในการรองรับปริมาณจราจรที่เกิดขึ้น โดยที่วิธี Superpave มีข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางกายภาพของแอสฟัลต์ซีเมนต์คือ เมื่อนำมาใช้งานกับต้องมีคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมตามเกรดแต่ละ PG ที่อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดใช้งาน

โดยที่อุณหภูมิใช้งานนั้น Superpave กำหนดอุณหภูมิสูงสุดที่ใช้งานได้เกิดขึ้นใต้ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความลึก 20 มม. และอุณหภูมิต่ำสุดที่ใช้งานได้เกิดขึ้นที่ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต ซึ่งการกำหนดอุณหภูมิใช้งานเพื่อกำหนดการคัดเลือกเกรด PG ของแอสฟัลต์ซีเมนต์นั้น จะได้จากข้อมูลที่ทราบของผิวทางที่จะทำการออกแบบหรืออุณหภูมิอากาศของสภาพพื้นที่บริเวณที่จะทำการก่อสร้าง

โดยวิธี Superpave นี้ต้องทำการแปลงค่าอุณหภูมิอากาศเป็นอุณหภูมิผิวทาง จากการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีของสภาวะที่แท้จริงกระทำกับแบบจำลองสำหรับกระแสดำเนินความร้อนและสมดุลพลังงาน โดยสมมติการดูดซึมแสงอาทิตย์เท่ากับ 0.90 การส่งผ่านของการแผ่รังสีผ่านอากาศเท่ากับ 0.81 การแผ่รังสีของบรรยากาศเท่ากับ 0.70 และอัตราเร็วของลมเท่ากับ 4.5 เมตรต่อวินาที จะได้สมการสำหรับอุณหภูมิออกแบบค่าสูงและค่าต่ำของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตดังนี้

$$T_{20mm} = (T_{air} - 0.00618 Lat^2 + 0.2289Lat + 42.2) (0.9545) - 17.78 \quad (1)$$

เมื่อ T_{air} = ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด 7 วัน
 Lat = ค่าละติจูดของพิกัดของพื้นที่

$$T_{pave} = -1.56 + 0.76 T_{air} - 0.004 Lat^2 + 6.26 \log(H+25) - Z (44+0.52 \sigma^2 air)^{1/2} \quad (2)$$

เมื่อ T_{air} = ค่าอุณหภูมิต่ำสุด 1 วัน
 Lat = ค่าละติจูดของพิกัดของพื้นที่
 H = ระยะความลึกถึงชั้นผิวทาง
 $\sigma^2 air$ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 Z = ค่าทดสอบความเชื่อมั่น

นอกจากนี้ในการนำแอสฟัลต์ซีเมนต์มาใช้งานตามวิธี Superpave ที่พิจารณาอุณหภูมิผิวทางและอุณหภูมิอากาศมาเลือก PG ของแอสฟัลต์ซีเมนต์นั้น เป็นการตั้งสมมุติว่าแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่จะนำมาใช้ในส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตต้องเผชิญกับแรงกระทำของน้ำหนักบรรทุกซึ่งเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วของการจราจรที่ 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมงซึ่งสอดคล้องกับ อัตราแรงกระทำที่ใช้ในเครื่องDSR มีค่าเท่ากับ 10 เรเดียน ต่อวินาที โดยประมาณ

ดังนั้นเมื่ออัตราแรงที่กระทำจากน้ำหนักบรรทุกของการจราจรที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต่ำๆ เช่นทางแยกทางร่วม ด่านเก็บค่าผ่านทางหรือในกรณีน้ำหนักบรรทุกจากการจราจรที่ไม่มีการเคลื่อนที่ ซึ่งในการเลือกแอสฟัลต์ซีเมนต์จะต้องเลือก PG ที่สูงขึ้นจากการเลือกแอสฟัลต์ซีเมนต์ตามอุณหภูมิผิวทางและอุณหภูมิอากาศ โดยที่การเลือกแอสฟัลต์ซีเมนต์สำหรับน้ำหนัก

บรรทุกออกแบบที่เคลื่อนที่ช้าจะต้องใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ตาม PG ที่มีเกรดอุณหภูมิสูงใช้งานสูงขึ้นอีก 1 ระดับ และสำหรับน้ำหนักบรรทุกจากการจราจรที่ไม่เคลื่อนที่จะต้องใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ตาม PG ที่มีเกรดอุณหภูมิสูงใช้งานสูงขึ้นอีก 2 ระดับ ดังตารางที่ 3

ทำนองเดียวกันปริมาณการจราจรก็มีผลต่อการเลือกแอสฟัลต์ซีเมนต์ สำหรับบริเวณที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่นมากที่มีปริมาณการจราจรในช่องจราจรออกแบบมีค่าอยู่ระหว่าง 10,000,000 และ 30,000,000 ESAL (Equivalent Single Axle Load) ก็ต้องมีการเพิ่มเกรดอุณหภูมิสูงใช้งานสูงขึ้นอีก 1 ระดับและสำหรับปริมาณการจราจรในช่องจราจรออกแบบมีค่าเกินกว่า 30,000,000 ESAL ก็ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ เกรดอุณหภูมิสูงใช้งานสูงขึ้นอีก 2 ระดับ โดยที่ทำการเพิ่มแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ PG สูงขึ้นจากการเลือกตามอุณหภูมิผิวทางและอุณหภูมิอากาศดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงการเลือกแอสฟัลต์ซีเมนต์ตามปริมาณจราจรและการเคลื่อนที่ของน้ำหนักบรรทุกออกแบบ

ปริมาณการจราจร	การจราจรเคลื่อนที่	การจราจรเคลื่อนที่ด้วย	
	ด้วยความเร็วที่สูงกว่า 90 กม./ชม.	ความเร็วที่ต่ำกว่า 90 กม./ชม.	หยุดนิ่ง
น้อยกว่า 10×10^6 ESAL	ตามอุณหภูมิผิวทาง	+ 1 เกรด	+ 2 เกรด
$10-30 \times 10^6$ ESAL	+ 1 เกรด	+ 2 เกรด	+ 3 เกรด
มากกว่า 30×10^6 ESAL	+ 2 เกรด	+ 3 เกรด	+ 4 เกรด

ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการนำข้อมูลอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อนำมาคำนวณหาอุณหภูมิของผิวทาง โดยได้เลือกข้อมูลอุณหภูมิอากาศจากสถานีตรวจสภาพอากาศของทุกจังหวัดในเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือ ที่ได้เก็บรวบรวมไว้ ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ปี 2542 ถึง 2552 โดยได้นำมาวิเคราะห์หาข้อมูล ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศสูงสุด 7 วันในแต่ละปี (องศาเซลเซียส) ของทุกๆจังหวัดในเขตพื้นที่ภาคเหนือ เพื่อนำมาหาค่า ค่าอุณหภูมิสูงสุดของผิวทางที่ความลึก 20 มม.จากผิวทาง (องศาเซลเซียส) ตามสมการที่ (1) และค่าอุณหภูมิต่ำสุดของผิวทางตามสมการที่ (2)

ส่วนข้อกำหนด Superpave ที่ให้มีการจำลองการเสื่อมสภาพของยางแอสฟัลต์ในระหว่างการก่อสร้างและในระหว่างการใช้งาน โดยใช้เครื่องมือ การอบเยื่อบางของแอสฟัลต์แบบกลิ้ง (Rolling Thin Film Oven : RTFO) การอบเร่งอายุด้วยความดัน (Pressure Aging Vessel : PAV) และการทดสอบหาค่าโมดูลัสของยางแอสฟัลต์ด้วยเครื่องไดนามิกเชียร์รีโอมิเตอร์ (Dynamic shear Rheometer : DSR) งานวิจัยนี้จะอ้างอิงผลการทดสอบค่าต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นจาก งานวิทยานิพนธ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ทวิช,2552) โดยจะนำค่าต่าง ๆ ของการทดสอบยางเกรด 60-40 มาเพื่อจัดเกรดยาง PG สำหรับมาตรฐาน Superpave นี้ร่วมกับข้อมูลอุณหภูมิผิวทางของเขตพื้นที่ภาคเหนือ

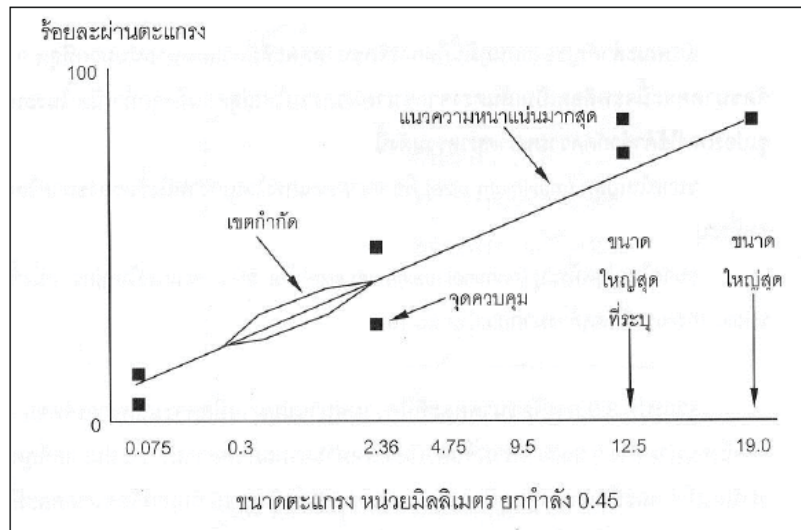
3.2 วิธีการออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์แบบ Superpave เขตพื้นที่ภาคเหนือ

ข้อกำหนดของวิธีการออกแบบส่วนผสมของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Superpave โดยอ้างอิงจากเอกสารงานวิจัยของกรมทางหลวงโดย ดร.ธวัช สวัสดิ์ตานต์ มีข้อควรพิจารณาดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ต้องพิจารณาขนาดผลของวัสดุรวมที่เหมาะสมให้มีการกระจายที่เหมาะสมดังตัวอย่างในรูปที่ 3.2 ซึ่งแตกต่างจากข้อกำหนดการตรวจสอบขนาดผลของวิธี Marshall
2. การออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธี Superpave นั้นเป็นการออกแบบส่วนผสมโดยพิจารณาคุณสมบัติเชิงปริมาตร (Volumetric Properties) เป็นหลักเช่นเดียวกับวิธี Marshall โดยเน้นการออกแบบส่วนผสมให้มีค่าร้อยละของช่องว่างอากาศ (Air Void) ประมาณร้อยละ 4
3. การบดอัดก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตใช้เครื่องบดอัด Superpave Gyratory Compactor ในการบดอัดก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตแทนการบดอัดโดยใช้ค้อน Marshall Compactor
4. จำนวนรอบในการบดอัดจะแปรเปลี่ยนไปตามปริมาณจราจรและอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ยของสายทางที่ทำการออกแบบ ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 มาตรฐานวิธีการทดสอบวัสดุมวลรวมในการศึกษา

วิธีการทดสอบ	มาตรฐานอ้างอิง
1. ขนาดคละ(Gradation) - มวลรวมละเอียด - มวลรวมหยาบ	ทล.-ท205/2517 หรือ AASHTO T37-77 หรือ ASTM C136 – 84A ทล.-ท.204/2516 หรือ AASHTO T27 – 78 หรือ ASTM C136 – 84A
2. ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) - มวลรวมละเอียด - มวลรวมหยาบ	ทล.-ท209/2517 หรือ AASHTO T84-77 หรือ ASTM C128 – 84A ทล.-ท.207/2517 หรือ AASHTO T85– 77 หรือ ASTM C127 – 84
3. ความคงทน (Soundness) - มวลรวมละเอียด - มวลรวมหยาบ	ทล.-ท.213/2531 ทล.-ท.213/2531 หรือ AASHTO T104-77 หรือ ASTM C88-83
4. ค่าทรายสมมูลมวลรวมละเอียด (Sand Equivalent)	ทล.-ท.203/2515 หรือ AASHTO T176-73 หรือ ASTM D2419-74
5. ดัชนีความแบนมวลรวมหยาบ(Flakiness Index)	ทล.-ท.210/2518
6. ดัชนีความยาวมวลรวมหยาบ (Elongation Index)	ทล.-ท.211/2518
7. ความสึกหรอของมวลรวมหยาบ (Los Angeles Abrasion)	ทล.-ท.202/2518 หรือ AASHTO T96-77 หรือ ASTM C131-81
8. ความเป็นเหลี่ยมมุม - มวลรวมละเอียด - มวลรวมหยาบ	AASHTO TP33 ASTM D 5821
9. ความแบนความยาวของอนุภาคมวลรวมหยาบ	ASTM D 4791



รูปที่ 3.2 ขีดจำกัดการจัดขนาดคละระบบ Superpave (วัชรินทร์, 2547)

ตารางที่ 3.4 จำนวนรอบที่ใช้ในการบดอัดก้อนตัวอย่างในการออกแบบส่วนผสมวิธี Superpave
(Asphalt Institute, 1997)

ปริมาณ จราจร (ล้าน ESAL)	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศสูงสุด											
	<39°C			39-40°C			41-42°C			43-44°C		
	N _{ini}	N _{des}	N _{max}	N _{ini}	N _{des}	N _{max}	N _{ini}	N _{des}	N _{max}	N _{ini}	N _{des}	N _{max}
<0.3	7	68	104	7	74	114	7	78	121	7	82	127
0.3-1	7	76	117	7	83	129	7	88	138	8	93	146
1-3	7	86	134	8	95	150	8	100	158	8	105	167
3-10	8	96	152	8	106	169	8	113	181	9	119	192
10-30	8	109	174	8	121	195	9	128	208	9	135	220
30-100	9	126	204	9	139	228	9	146	240	10	153	253
>100	9	143	235	10	158	262	10	165	275	10	172	228

3.3 ขั้นตอนการออกแบบส่วนผสมโดยวิธี Superpave

สำหรับการออกแบบส่วนผสมโดยวิธีซูเปอร์เพฟ ระดับ 1 จะอ้างอิงการเตรียมตัวอย่างตามวิธีทดสอบ “Standard Method for Preparing and Determining the Density of Hot Mix Asphalt (HMA) Specimens by Means of the SHRP Gyratory Compactor (AASHTO TP4)” โดยทำ การออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตตามจำนวนน้ำหนักบรรทุกเพลาดียว มาตรฐาน (ESALs) และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศสูงสุด โดยมีขั้นตอนการออกแบบส่วนผสมของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธี Superpave ดังแสดงในรูปที่ 3.3 และมีสมการและเกณฑ์ที่ใช้ ประกอบการคำนวณเพื่อการออกแบบดังต่อไปนี้

ความถ่วงจำเพาะประสิทธิภาพของมวลรวมที่ผสมกัน (G_{se}) สามารถหาได้จากสมการที่ 3.1

$$G_{se} = G_{sb} + 0.8 (G_{sa} - G_{sb}) \quad (3.1)$$

เมื่อ G_{se} = ความถ่วงจำเพาะประสิทธิภาพของมวลรวมที่ผสม

G_{sb} = ความถ่วงจำเพาะของมวลรวมทั้งก้อนของมวลรวมที่ผสม

G_{sa} = ความถ่วงจำเพาะปรากฏผลของมวลรวมที่ผสม

ปริมาณของแอสฟัลต์ที่ถูกดูดซึมเข้าไปในมวลรวม (V_{ba}) หาได้จากสมการที่ 3.2

$$V_{ba} = \frac{P_s \times (IV_a)}{\left(\frac{P_b}{G_b} + \frac{P_s}{G_{se}} \right)} \times \left(\frac{1}{G_{sb}} - \frac{1}{G_{se}} \right) \quad (3.2)$$

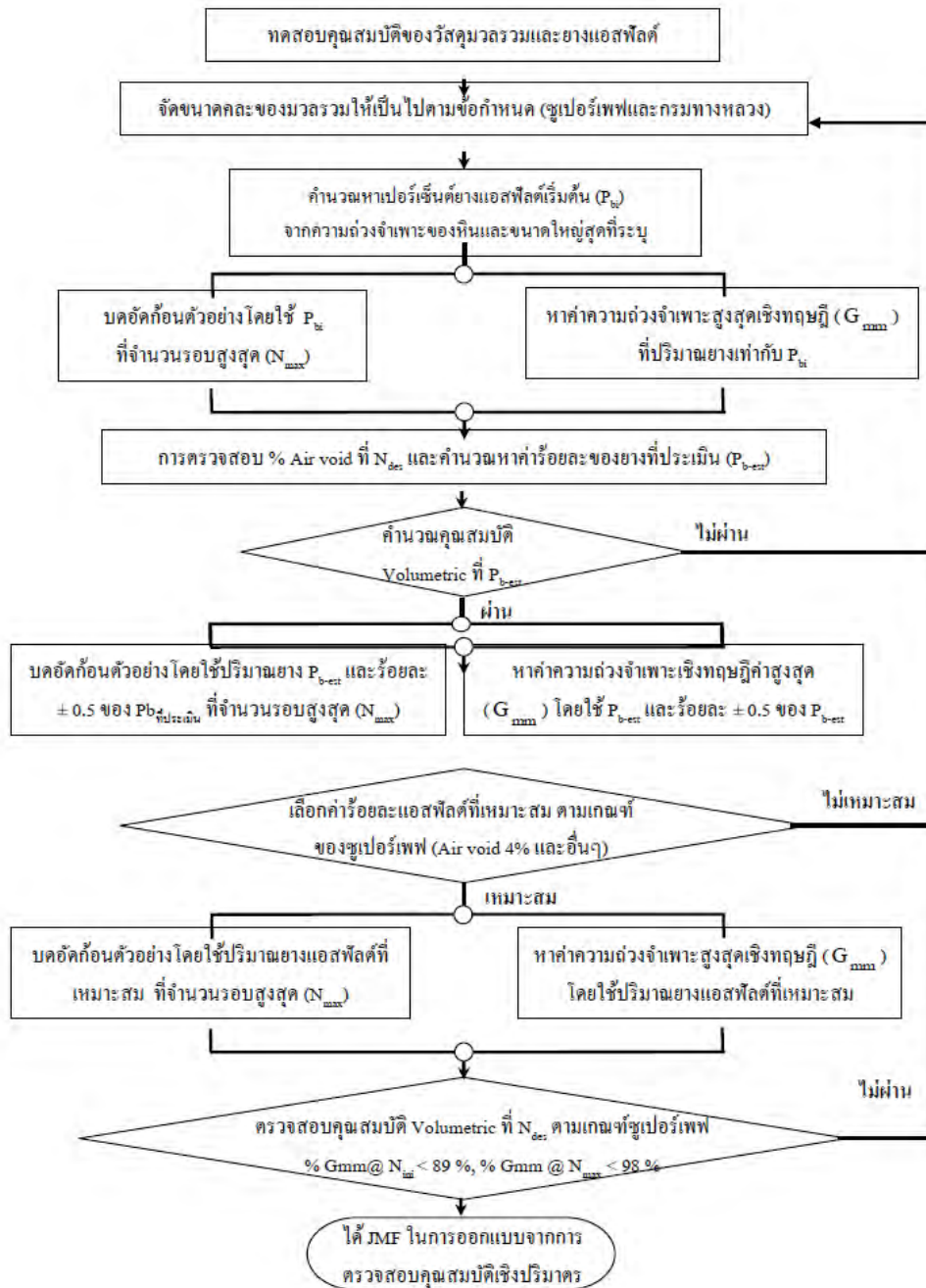
เมื่อ V_{ba} = ปริมาณของแอสฟัลต์ที่ถูกดูดซึมของส่วนผสม

P_b = ค่าร้อยละของแอสฟัลต์ (สมมุติมีค่า 0.05)

P_s = ค่าร้อยละของมวลรวม (สมมุติมีค่า 0.95)

G_b = ความถ่วงจำเพาะของแอสฟัลต์ (สมมุติมีค่า 1.02)

V_a = ปริมาณของช่องว่างอากาศ (สมมุติมีค่า 0.04 ของส่วนผสม)



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการออกแบบส่วนผสมเฉพาะงาน (Job Mix Formula, JMF) ของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธี Superpave

ปริมาณของแอสฟัลต์ประสิทธิภาพ (V_{be}) หาได้จากสมการที่ 3.3

$$V_{be} = 0.176 - 0.675 \log(S_n) \quad (3.3)$$

เมื่อ S_n = ขนาดตะแกรงสูงสุดที่ระบุของมวลรวมที่ผสมในหน่วยมิลลิเมตร

ปริมาณแอสฟัลต์เริ่มต้น (P_{bi}) หาได้จากสมการที่ 3.4

$$P_{bi} = \frac{G_b \times (V_{be} + V_{ba})}{[G_b \times (V_{be} + V_{ba})] + W_s} \times 100 \quad (3.4)$$

เมื่อ P_{bi} = ค่าร้อยละของแอสฟัลต์โดยมวลของส่วนผสม

W_s = มวลของมวลรวม มีหน่วยเป็นกรัม หาได้จากสมการที่ 3.5

$$W_s = \frac{P_s \times (1 - V_a)}{\left(\frac{P_b}{G_b} + \frac{P_s}{G_{se}} \right)} \quad (3.5)$$

ค่าความถ่วงจำเพาะรวม (G_{mb}) โดยประมาณคำนวณได้จากสมการที่ 3.6 ดังนี้

$$G_{mb} = \frac{W_m / V_{mx}}{\gamma_w} \quad (3.6)$$

เมื่อ G_{mb} = ความถ่วงจำเพาะรวมโดยประมาณของตัวอย่างช่วงที่บดอัด

W_m = น้ำหนักของตัวอย่าง, กรัม

γ_w = ความหนาแน่นของน้ำ = 1 g/cm³

V_{mx} = ปริมาตรของแบบหล่อในหน่วย cm³ ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 3.7

$$V_{mx} = \frac{\pi d^2 h_x}{4} \times 0.001 \text{ cm}^3 / \text{mm}^3 \quad (3.7)$$

เมื่อ d = เส้นผ่านศูนย์กลางของแบบหล่อ 100 มิลลิเมตร
 h_x = ความสูงของก้อนตัวอย่างที่อยู่ในแบบหล่อระหว่างบดอัด (mm)

ค่าร้อยละของช่องว่างอากาศ (V_a) หาได้จากสมการที่ 3.8

$$V_a = 100 - \%G_{mb}@N_{des} \quad (3.8)$$

เมื่อ V_a = ช่องว่างอากาศคิดเป็นร้อยละของปริมาตรทั้งหมด
 $\%G_{mb}@N_{des}$ = ร้อยละของค่า $G_{mb}@N_{des}$ เมื่อเทียบกับค่า G_{mm}

ช่องว่างระหว่างอนุภาคมวลรวมคิดเป็นร้อยละของปริมาตรทั้งหมดได้จากสมการที่ 3.9

$$\%VMA = 100 \left(\frac{\%G_{mn}@N_{des} \times G_{mm} \times P_s}{G_{sb}} \right) \quad (3.9)$$

เมื่อ VMA = ช่องว่างระหว่างอนุภาคมวลรวมคิดเป็นร้อยละของปริมาตรทั้งหมด
 $\%G_{mb}@N_{des}$ = ร้อยละของค่า $G_{mb}@N_{des}$ เมื่อเทียบกับค่า G_{mm}
 G_{mm} = ความถ่วงจำเพาะเชิงทฤษฎีค่าสูงสุด
 G_{sb} = ความถ่วงจำเพาะทั้งหมดของมวลรวมทั้งหมด
 P_s = สัดส่วนปริมาณมวลรวมโดยมวลต่อส่วนผสมทั้งหมด

ปริมาณแอสฟัลต์ที่ประเมินได้ (P_{b-est}) ที่จะทำให้ค่า V_a เท่ากับ 4% หาได้จากสมการที่ 3.10

$$P_{b-est} = P_{bi} - [0.4 \times (4 - V_a)] \quad (3.10)$$

เมื่อ P_{b-est} = ปริมาณแอสฟัลต์ที่ประเมินได้คิดเป็นร้อยละโดยมวลของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต
 P_{bi} = ปริมาณแอสฟัลต์เริ่มต้นคิดเป็นร้อยละโดยมวลรวมของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต
 V_a = ค่าร้อยละของช่องว่างอากาศ

ค่า Void in Mineral Asphalt (VMA) หาได้จากสมการที่ 3.11

$$\%VMA \text{ ที่ประเมินได้} = \%VMA \text{ เริ่มต้น} + C \times (4 - V_a) \quad (3.11)$$

เมื่อ $\%VMA$ = $\%VMA$ จากปริมาณแอสฟัลต์ที่ทดลองใช้
 C = ค่าคงที่ = 0.1 ถ้า $V_a < 4\%$
 = 0.2 ถ้า $V_a > 4\%$

ค่าต่ำสุดที่ระบุสำหรับ VMA ที่ปริมาณช่องว่างอากาศออกแบบ 4% ขึ้นอยู่กับขนาดมวลรวมใหญ่สุดที่ระบุและมีค่าดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 หลักเกณฑ์สำหรับ VMA ต่ำสุดที่ยอมรับได้

Nominal Maximum Size	Minimum Voids in Mineral Aggregate (%)
9.5 mm	15.0
12.5 mm	14.0
19.0 mm	13.0
25.0 mm	12.0
37.5 mm	11.0
50.0 mm	10.5

ที่มา: Asphalt Institute (1995), Superpave Level 1 Mix Design, Superpave Series No.2 (SP-2)

ค่า Void Filled with Asphalt (VFA) หาได้จากสมการที่ 3.12

$$\%VFA = 100 \times \frac{\%VMA - 4.0}{\%VMA} \quad (3.12)$$

ช่วงที่ยอมรับของ VFA ออกแบบนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณจราจรโดยมีค่าแสดงดังตาราง 3.5

ตารางที่ 3.5 หลักเกณฑ์สำหรับ VFA ที่ยอมรับได้

Traffic Level (ESALs), (10 ⁶)	Design VFA (%)
< 0.3	75 – 80
< 1	65 -78
< 3	65 – 78
< 10	65 – 75
< 30	65 – 75
< 100	65 – 75
≥ 100	65 - 75

ที่มา : Asphalt Institute (1995), Superpave Level 1 Mix Design, Superpave Series No. 2 (SP-2))

ค่าร้อยละของ G_{mb} เมื่อเทียบกับ G_{mm} ที่ N_{ini} หาได้จากสมการที่ 3.13

$$\% G_{mm} \text{ ที่ได้ประเมินได้ @ } N_{ini} = \% G_{mm} \text{ ที่ทดลอง @ } N_{ini} - (4.0 - V_a) \quad (3.13)$$

สำหรับ $\% G_{mm}$ ที่ N_{ini} ได้จากสมการที่ 3.14

$$\% G_{mm} \text{ ที่ได้ประเมินได้ @ } N_{max} = \% G_{mm} \text{ ที่ทดลอง @ } N_{max} - (4.0 - V_a) \quad (3.14)$$

ความหนาแน่นส่วนผสมที่ยอมรับได้ค่าสูงสุดที่ N_{max} คือ 98

ค่าสัดส่วนฝุ่น (DP) หาได้จากสมการที่ 3.15

$$DP = \frac{P_{0.075}}{P_{be}} \quad (3.15)$$

เมื่อ $P_{0.075}$ = ปริมาณมวลรวมที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร
คิดเป็นร้อยละโดยมวล

P_{be} = ปริมาณแอสฟัลต์ประสิทธิภาพ คิดเป็นร้อยละโดยมวลของ
ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้จากสมการที่ 3.16

$$P_{be} = (P_s \times G_b) \times \frac{G_{se} G_{sb}}{G_{sb} \times G_{sb}} + P_b \quad \text{ที่ประเมินได้} \quad (3.16)$$

เมื่อ P_s = ปริมาณมวลรวม คิดเป็นร้อยละโดยมวลทั้งหมดของมวลรวม
 G_b = ความถ่วงจำเพาะของแอสฟัลต์
 G_{se} = ความถ่วงจำเพาะประสิทธิภาพของมวลรวม
 G_{sb} = ความถ่วงจำเพาะทั้งก้อนของมวลรวม
 P_b = ปริมาณแอสฟัลต์ คิดเป็นร้อยละโดยมวลรวมทั้งหมดของมวลรวม
 โดยมีค่าสัดส่วนฝุ่นที่ยอมรับได้อยู่ในช่วง 0.16 – 1.2 สำหรับทุกส่วนผสม

ค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวม (G_{ag}) หาได้จากสมการที่ 3.17

$$G_{ag} = \frac{100}{\left[\frac{PF}{GF} + \frac{P1}{G1} + \frac{P2}{G2} + \frac{P3}{G3} + \frac{P4}{G4} \right]} \quad (3.17)$$

เมื่อ PF = ปริมาณวัสดุอัดแทรกเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของวัสดุมวลรวมทั้งหมด
 P_n = ปริมาณวัสดุมวลรวมจาก Hot Bin n เป็นร้อยละโดยน้ำหนักของวัสดุมวลรวมทั้งหมด
 GF = ความถ่วงจำเพาะของวัสดุอัดแทรก
 G_n = ความถ่วงจำเพาะของวัสดุมวลรวมจาก Hot Bin n

เปอร์เซ็นต์ของแอสฟัลต์ที่หายไปเนื่องจากการดูดซึมของมวลรวม (Asphalt Lost by Absorption Asphalt) หาได้จากสมการที่ 3.18

$$Ab = \frac{100 \times GV - Gag \times Gac}{GV \times Gag} \quad (3.18)$$

เมื่อ Ab = เปอร์เซ็นต์ของแอสฟัลต์ที่หายไปเนื่องจากการดูดซึมของมวลรวม
 Gac = ความถ่วงจำเพาะของแอสฟัลต์ซีเมนต์

$$GV = \frac{100 - b}{\frac{100}{Gm} - \frac{b}{Gac}} \quad (3.19)$$

เมื่อ GV = Virtual Specific Gravity
 Gm = Theoretical Maximum Specific Gravity
 b = ปริมาณแอสฟัลต์เป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักทั้งหมดของส่วนผสม

ค่าความถ่วงจำเพาะเชิงทฤษฎีค่าสูงสุด (Theoretical Maximum Specific Gravity ; Gmm) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.20

$$Gm = \frac{D}{A + D - E} \quad (3.20)$$

เมื่อ D = น้ำหนักของตัวอย่างในอากาศ
 A = น้ำหนักของ Flask ในน้ำ
 E = น้ำหนักของ Flask + น้ำหนักตัวอย่างในน้ำหลังจากดูดฟองอากาศส่วนเกินออกไปแล้ว

การคำนวณหาความหนาแน่นทั้งหมดของก้อนตัวอย่าง (Bulk Density) ได้จากสมการที่ 3.21

$$DB = \frac{AC_a}{AC_s - AC_w} \quad (3.21)$$

เมื่อ DB = ความหนาแน่นทั้งหมดของก้อนตัวอย่าง
 ACa = น้ำหนักก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ชั่งในอากาศ

ACs = หนักก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ชั่งในอากาศเมื่อความชื้น (สภาพ Saturated Surface Dry)

ACw = น้ำหนักก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ชั่งในน้ำ

3.4 การเตรียมก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีต

เนื่องจากการเตรียมก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตทั้งด้วยวิธี Marshall นั้นเป็น การดำเนินการตามปกติของกรมทางหลวง ดังนั้นในรายงานฉบับนี้จะอธิบายเฉพาะการ เตรียมก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตโดยการบดอัดด้วยเครื่อง Gyratory Compactor ตาม ระบบ Superpaveโดยมีรายละเอียดดังนี้

การบดอัดก้อนตัวอย่างโดยใช้เครื่องGyratory Compactor ตามระบบ Superpave จะใช้แรงกดต่อก้อนตัวอย่างคงที่ 600 กิโลปาสคาล (kPa) ฐานของเครื่องหมุนด้วยอัตราเร็วคงที่เท่ากับ 30รอบต่อนาที โดยมีตำแหน่งการบดอัดก้อนตัวอย่างทำมุม 1.25องศาตลอดช่วงการบดอัด โดยเครื่องGyratory Compactorสามารถผลิตก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง100 มิลลิเมตร และ 150 มิลลิเมตร และสามารถปรับความสูงของตัวอย่างได้ตามต้องการ แต่สำหรับงานวิจัยนี้ต้องการผลิตก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตได้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง100มิลลิเมตรที่มีความสูง 65 มิลลิเมตร และ 150 มิลลิเมตรโดยจำนวนรอบของการบดอัดขึ้นอยู่กับระดับการจราจรและอุณหภูมิของอากาศสูงสุดดังแสดงในตารางที่ 3.4 และมีขั้นตอนในการเตรียมผลิตก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตดังนี้

1. ชั้นหินและยางแอสฟัลต์ตามน้ำหนักที่ได้ออกแบบสัดส่วนผสมไว้ โดยที่อุณหภูมิของมวลรวมที่ใช้ผสมคือ 180 องศาเซลเซียสและยาง AC 40-50 AC60-70 และยาง PMA ใช้อุณหภูมิผสม 170 องศาเซลเซียส 160 องศาเซลเซียส และ 180 องศาเซลเซียส ตามลำดับ
2. ผสมหินและยางแอสฟัลต์ให้เข้ากัน จากนั้นเทใส่ Mold ที่เตรียมไว้ และนำ Mold เข้าเครื่องบดอัด Gyratory Compactor ดังรูปที่ 3.4 โดยจะต้องทำการบด Mold ในเตาอบเพื่อให้มีอุณหภูมิประมาณ 170 องศาเซลเซียสก่อนที่จะนำมาใช้ทำการบดอัดด้วยเครื่อง Gyratory Compactor
3. กำหนดรอบการบดอัดของเครื่อง Gyratory Compactor ตามรอบบดอัดที่ใช้ในการออกแบบ โดยในงานวิจัยนี้จะบดอัดก่อนตัวอย่างของวัสดุแอสฟัลต์ตอนกรีตชั้น Wearing Course โดยใช้รอบการบดอัดที่ 135 รอบ และบดอัดก่อนตัวอย่างของวัสดุ

แอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Bound Base ด้วยรอบการบดอัด 105 รอบ 135 รอบและ 172 รอบ

4. เปิดโปรแกรม Servopac และตั้งค่า Parameter ต่าง ๆ เช่นน้ำหนักของก้อนตัวอย่าง แอสฟัลต์คอนกรีต ความหนาแน่นผลิตก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ต้องการ ความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่าง เป็นต้น โดยตั้งค่าผ่านทางโปรแกรม Servopac จากนั้นกดปุ่ม Start



รูปที่ 3.4 เครื่องบดอัด Superpave Gyratory Compactor

5. เมื่อเครื่อง Gyratory บดอัดเสร็จเรียบร้อย นำ Mold ออกจากเครื่อง Gyratory เพื่อดันก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตออกจาก Mold และวางก้อนตัวอย่างให้เย็นตัวลงที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

6. นำก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผลิตได้มาตรวจสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะโดยจะต้องมีค่าอยู่ในช่วงที่ออกแบบไว้ก่อนที่จะนำไปทดสอบหาคุณสมบัติต่อไป

3.5 การทดสอบก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีต

การทดสอบคุณสมบัติวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต ได้แก่ ค่า Marshall Stability และค่า Flow ค่ากำลังรับแรงดึงทางอ้อม ค่าความต้านทานความเสียหายจากความชื้น ค่าโมดูลัสคืนตัว ค่า Dynamic Modulus และค่ายุบตัวถาวร โดยมีมาตรฐานการทดสอบตามตารางที่ 3.6 และ มีรายละเอียดการทดสอบ ขนาดก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีต รอบการบดอัด อุณหภูมิที่ใช้ทดสอบตามตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.6 มาตรฐานวิธีการทดสอบก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีต

การทดสอบ	มาตรฐานอ้างอิง
1. Marshall Test	ทล-ท.604/2517 หรือ ASTM D 1559 หรือ AASHTO T 245
2. ค่าดัชนีความแข็ง Marshall Strength Index	ทล-1. 413/2544
3. ค่าความต้านทานแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Strength)	ASTM D 6931
4. Indirect Tensile Strength Ratio	AASHTO T 283-03
5. ค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus)	ASTM D 4123 หรือ AASHTO T307 หรือ BS DD 213: 1993
6. Dynamic Modulus	ASTM D 3497 หรือ AASHTO TP-62
7. Dynamic Creep	อ้างอิงจาก AS 2891.12.1-1995 และ NCHRP 9-29

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดการทดสอบ ขนาดก้อนตัวอย่างจากแอสฟัลต์คอนกรีต รอบการบดอัด อุณหภูมิที่ใช้ทดสอบ

วิธีการทดสอบ	ขนาดก้อนตัวอย่าง		การบดอัด	อุณหภูมิ (°C)
	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.)	ความสูง (ซม.)		
1. Marshall	10	6.5	Marshall Compaction	60
2. Strength Index	10	6.5	เครื่องกดให้ได้ Void ร้อยละ 7	25
3. Indirect Tensile Strength	10	6.5	Gyratory Compaction 105*,135,172*รอบ	5,20,35,50และ60
4. Indirect Tensile Strength Ratio	10	6.5	Gyratory Compaction ให้ได้Void เท่ากับ 7%	25
5. Resilient Modulus	10	6.5	Gyratory Compaction 105*,135,172* รอบ	5,20,35,50และ60
6. Dynamic Modulus Test	10	6.5	Gyratory Compaction 135 รอบ	5,20,40และ60
7. Dynamic Creep Test	10	15	Gyratory Compaction 105*,135,172* รอบ	40 และ 60

หมายเหตุ * โดยปกติแล้วการบดอัดตามระบบ Superpave ในงานวิจัยนี้ จะใช้รอบการบดอัดที่ 135 รอบ แต่ในการศึกษาวิจัยอิทธิพลของรอบบดอัดจึงเพิ่มเติมรอบ การบดอัดเป็น 105,135 และ 172 รอบ เฉพาะวัสดุมวลรวมประเภทหินปูน ของวัสดุ Base Course จากตัวอย่างของสำนักทางหลวงที่ 4 พิษณุโลก

เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือของผลการทดสอบ ในงานวิจัยนี้จึงดำเนินการทดสอบ 5 ตัวอย่างต่อ 1 ชุดการทดสอบ โดยจะตัดข้อมูลผลการทดสอบที่ได้ค่าสูงสุดและต่ำสุดออก แล้วหาค่าเฉลี่ยจาก 3 ตัวอย่างที่เหลือ โดยหาก 3 ค่าที่เหลือมีค่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 10 ก็ต้องทำการทดสอบใหม่ จนกว่าค่าทดสอบของก้อนตัวอย่างความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยไม่เกินร้อยละ 10 ทั้งนี้การทดสอบ Marshall และการทดสอบค่า Marshall Strength Index เป็นการทดสอบที่เป็นมาตรฐานของกรมทางหลวงและมีการดำเนินการทดสอบเป็นปกติ ดังนั้นจึงขออธิบายเฉพาะรายละเอียดของวิธีการทดสอบหาความต้านทานแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Test) การทดสอบหาค่าสัดส่วนกำลังรับแรงดึง (Indirect Tensile Strength Ratio) การทดสอบค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus Test)

และการทดสอบ Dynamic Creep Test ซึ่งเป็นการทดสอบที่กรมทางหลวงยังไม่ได้จัดไว้เป็นมาตรฐานตามรายละเอียดดังนี้

3.5.1 การทดสอบหาความต้านทานแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Test)

1. นำก้อนตัวอย่างที่จะทำการทดสอบวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของก้อนตัวอย่างโดยทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ครั้ง โดยเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นที่ 2 จะตั้งฉากกับครั้งแรก และความหนาทำการวัด 4 ครั้งที่ปลายของเส้นผ่านศูนย์กลางทั้ง 2 เส้น และชั่งน้ำหนักของก้อนตัวอย่างทดสอบ

2. นำก้อนตัวอย่างวางลงบนเฟรมทดสอบ Indirect Tensile บนเครื่องกดก้อนตัวอย่าง Uniframe โดยให้ก้อนตัวอย่างอยู่กึ่งกลางของก้อนตัวอย่าง ดังรูปที่ 3.5 โดยก้อนตัวอย่างทดสอบบ่มไว้ที่อุณหภูมิทดสอบเป็นเวลา ไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง จึงสามารถนำมาทดสอบได้

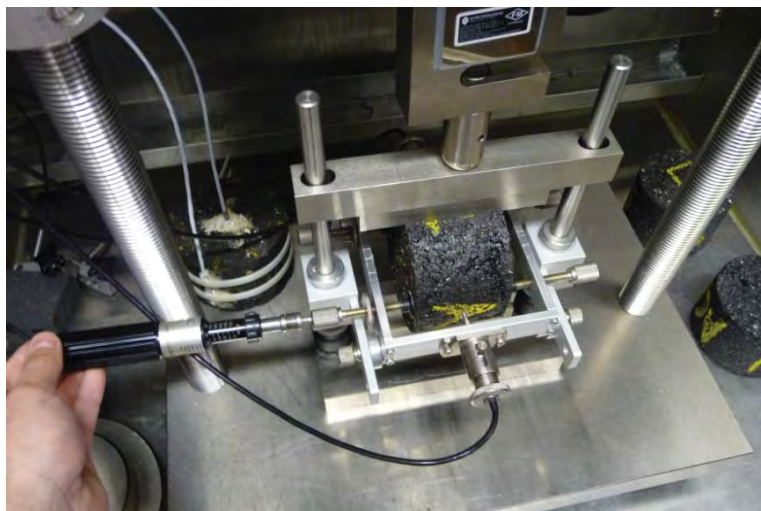
3. ปรับอัตราการกดของเครื่อง Uniframe ให้มีอัตราความเร็วในการกดเท่ากับ 50.80 มิลลิเมตรต่อนาที ซึ่งใช้สำหรับการทดสอบของก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์

4. กดปุ่ม RUN เพื่อเริ่มทำการทดสอบก้อนตัวอย่าง

5. บันทึกค่า ค่ากำลัง (Load) และระยะการกด (Displacement) เมื่อก้อนตัวอย่างเกิดการวิบัติเพื่อนำไปคำนวณหาค่า Indirect Tensile Strength ตามสมการที่ 3.22

$$ITS = 2P / \pi D T \quad (3.22)$$

เมื่อ	ITS	=	Indirect Tensile Strength (MPa)
	P	=	น้ำหนักที่ก้อนตัวอย่างวิบัติ (N)
	T	=	ความสูงเฉลี่ยของตัวอย่าง (mm)
	D	=	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของตัวอย่าง (mm)



รูปที่ 3.5 เครื่องมือทดสอบ Indirect Tensile Test

3.5.2 การทดสอบหาค่าสัดส่วนกำลังรับแรงดึง (Indierct Tensile Strength Ratio)

การทดสอบนี้จะเตรียมก้อนตัวอย่างโดยทำการบดอัดให้ได้ช่องว่างอากาศ (Air Void) มีค่าประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ แบ่งตัวอย่างทดสอบออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ก้อนตัวอย่างที่จำลองการเกิดความเสียหายจากความชื้น

1. นำก้อนตัวอย่างที่จะทำการทดสอบวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของก้อนตัวอย่าง โดยทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ครั้ง โดยเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นที่ 2 จะตั้งฉากกับครั้งแรก และความหนาทำการวัด 4 ครั้ง ที่ปลายของเส้นผ่านศูนย์กลางทั้ง 2 เส้น และชั่งน้ำหนักของก้อนตัวอย่างทดสอบ

2. นำก้อนตัวอย่างใส่ในหม้อดูดสุญญากาศ เพื่อดูดอากาศออกให้เหลือความดันเท่ากับ 13-67 kPa จนกระทั่งก้อนตัวอย่างมีสภาพอิ่มตัว (Degree of Saturation) ประมาณร้อยละ 70 ถึง 80

3. นำตัวอย่างใส่อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4. นำก้อนตัวอย่างออกจากอ่างและนำไปแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

5. นำก้อนตัวอย่างไปทดสอบ Indirect Tensile Strength โดยค่าที่ได้คือค่า

ITS_{soaked}

กลุ่มที่ 2 ก้อนตัวอย่างปกติ

1. นำก้อนตัวอย่างที่จะทำการทดสอบวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของก้อนตัวอย่าง โดยทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ครั้ง โดยเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นที่ 2 จะตั้งฉากกับครั้งแรก และความหนาทำการวัด 4 ครั้งที่ปลายของเส้นผ่านศูนย์กลางทั้ง 2 เส้น และชั่งน้ำหนักของก้อนตัวอย่างทดสอบ

2. นำก้อนตัวอย่างแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

3. นำก้อนตัวอย่างไปทดสอบ Indirect Tensile Strength โดยค่าที่ได้คือค่า

$ITS_{unsoaked}$

เมื่อได้ค่าทดสอบ Indirect Tensile Strength (ITS) ทั้งสองกลุ่มแล้วให้นำมาคำนวณหาค่า Indirect Tensile Strength Ratio ได้จากสมการที่ 3.23

$$\text{Indirect Tensile Strength Ratio} = \frac{ITS_{soaked}}{ITS_{unsoaked}} \quad (3.23)$$

3.5.3 การทดสอบค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus Test)

1. นำก้อนตัวอย่างที่จะทำการทดสอบวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของก้อนตัวอย่างโดยทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ครั้งโดยเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นที่ 2 จะตั้งฉากกับครั้งแรก และความหนาทำการวัด 4 ครั้งที่ปลายของเส้นผ่านศูนย์กลางทั้ง 2 เส้น และชั่งน้ำหนักของก้อนตัวอย่างทดสอบ

2. เนื่องจากการทดสอบค่าโมดูลัสคืนตัวใช้เครื่อง UTM-5P ทดสอบจึงใช้โปรแกรมสำเร็จรูปควบคุมการทำงานของเครื่อง UTM-5P ชื่อโปรแกรม UTM 16 V2.05 Indirect Tensile Resilient Modulus Test ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ทดสอบ Resilient Modulus Test

3. ก่อนการทดสอบจะทำการบ่มตัวอย่างไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ เพื่อบ่มอุณหภูมิที่ใช้ทดสอบเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมงอุณหภูมิ ก่อนที่จะดำเนินการทดสอบ โดยการวิจัยนี้จะทดสอบที่อุณหภูมิ 5,20,35,50 และ 60 องศาเซลเซียส

4. นำก้อนตัวอย่างที่จะทดสอบมาทำการติดตั้งในเฟรมทดสอบดังรูปที่ 3.6

5. การทดสอบจะทำการให้น้ำหนักกดในลักษณะกระทำซ้ำ โดยใช้แรงกระทำให้เกิดการขยายตัวของก้อน ตัวอย่าง (Target Peak Deformation) เท่ากับ $5\ \mu\text{m}$ และกำหนดช่วงเวลาการให้น้ำหนัก (Loading Pulse Width) เท่ากับ 0.1 วินาทีและช่วงเวลาน้ำหนักกระทำซ้ำอีกครั้ง (Pulse Repetition Period) ทุก 1 วินาที โดยจะกำหนดรูปร่างของการกดน้ำหนัก (Loading Waveshape) เป็นรูป Haversine ซึ่งอ้างอิงจากมาตรฐานวิธีการทดสอบ ASTM D 4123-82 และ BS DD 213:1993

6. การเก็บข้อมูลและการคำนวณหาค่าโมดูลัสคีนตัวจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปควบคุมการทำงานของเครื่อง UTM – 5P ทำการคำนวณ ดังแสดงในรูปที่ 3.6 โดยจะทำการทดสอบให้แรงกระทำที่ 200 รอบก่อน เพื่อให้ค่าโมดูลัสคีนตัวมีค่าค่อนข้างคงที่แล้วจึงทำการเก็บข้อมูลค่าโมดูลัสคีนตัวของรอบที่ 201 ถึง 205 และนำข้อมูล 5 ค่าสุดท้าย มาหาค่าเฉลี่ย โดยแต่ละตัวอย่างจะทำการสอบจำนวน 2 ครั้งซึ่งในการทดสอบครั้งที่ 2 จะหมุนก้อนตัวอย่างในทิศทาง 90 องศาจากการทดสอบครั้งแรกและจะต้องมีค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบก่อนตัวอย่างไม่เกินร้อยละ 10

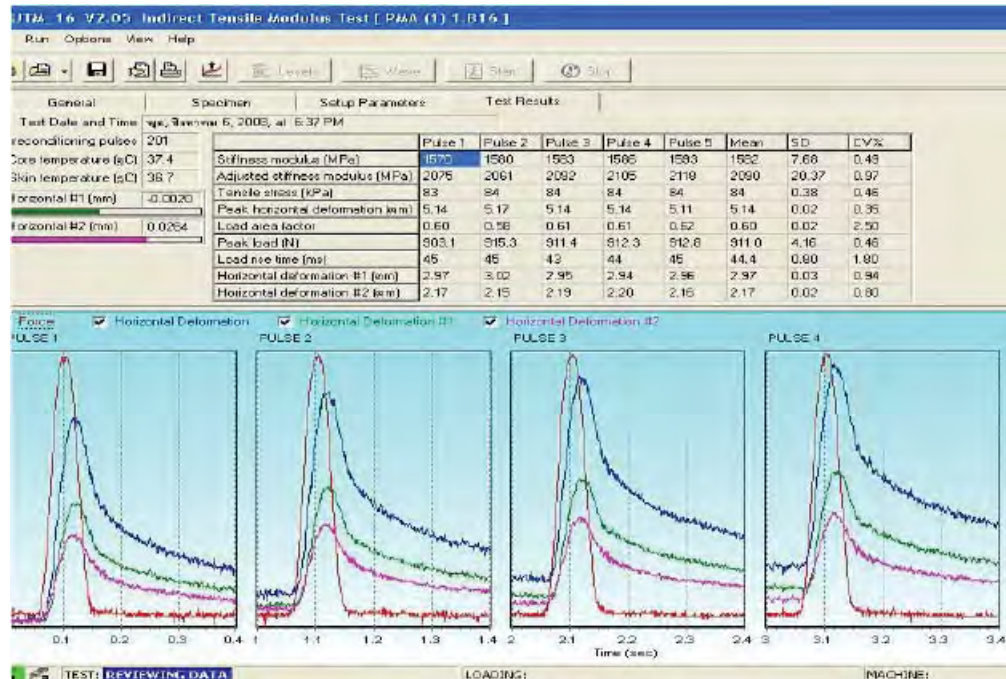
7. โดยการคำนวณค่าโมดูลัสคีนตัว จะต้องใช้ค่าสัดส่วนปัวซอง (Poisson's ratio) ช่วยในการคำนวณ ดังตารางที่ 3.7



รูปที่ 3.6 การติดตั้งก่อนตัวอย่างในการทำ Indirect Resilient Modulus Test

ตารางที่ 3.8 แสดงค่าสัดส่วนปัวซอง (Poisson's ratio) ที่ใช้ในการคำนวณค่าโมดูลัสคืนตัวที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิที่ทดสอบ (องศาเซลเซียส)	ค่าสัดส่วนปัวซอง (Poisson's ratio)
5	0.30
20	0.30
35	0.35
50	0.40
60	0.40



รูปที่ 3.7 การคำนวณค่าโมดูลัสคืนตัวที่ได้จากโปรแกรม UTM 16 V2.05
Indirect Tensile Resilient Modulus Test

3.5.5 การทดสอบ Dynamic Creep Test

1. นำก้อนตัวอย่างที่จะทำการทดสอบวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของก้อนตัวอย่างโดยทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ครั้ง โดยเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นที่ 2 จะตั้งฉากกับครั้งแรก และความหนาทำการวัด 4 ครั้งที่ปลายของเส้นผ่านศูนย์กลางทั้ง 2 เส้น ดังแสดงการวัดในรูปที่ 3.8 และชั่งน้ำหนักของก้อนตัวอย่างทดสอบ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ใส่ลงในโปรแกรม the UTM 19 (v2.02) creep test computer software เป็น โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ Dynamic Creep Test



รูปที่ 3.8 แสดงวิธีการวัดก้อนตัวอย่าง

2. ก่อนการทดสอบต้องบ่มตัวอย่างไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ตามอุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. ทำการติดตั้งก้อนตัวอย่าง เพื่อให้เครื่องทำการปรับอุณหภูมิที่ทำการทดสอบ โดยมีการติดตั้งก้อน ตัวอย่างในการทำ Dynamic Creep Test แสดงดังภาพที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การติดตั้งก่อนตัวอย่างในการทำ Dynamic Creep Test

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การประเมินและเปรียบเทียบระบบยางที่ใช้กันอยู่ในประเทศไทยและระบบ PG ของระบบ Superpave

การทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประสานแอสฟัลต์ซีเมนต์ ได้ทำการทดสอบหาคุณสมบัติเบื้องต้นของแอสฟัลต์ซีเมนต์และทำการทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติของแอสฟัลต์ซีเมนต์ โดยวิธีทดสอบตามมาตรฐาน Superpave ซึ่งในการทดสอบครั้งนี้ใช้ตัวอย่างแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC60-70 ซึ่งเป็นแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้กันแพร่หลายในประเทศไทย

4.1.1 การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC60-70

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC60-70

AC AC60-70	Unit	Standard Method	SOURCE1	SOURCE2
Original Binder				
Penetration Test (25°C)	Pen.	DH-T 403	69	61
Softening Point	°C	ASTM D 36	42.5	46.6
Viscosity	cP	ASTM D 4402	0.35	0.39
Ductility (25°C)	cm	DH-T 405	> 150	> 150
Flash Point	°C	DH-T 406	323	356
PI			-4.340	-3.310
Thin Film Oven				
Penetration Test (25°C)	Pen.	DH-T 403	46	58
Softening Point	°C	ASTM D 36	52.5	51.3
Ductility (25°C)	cm	DH-T 405	> 150	> 150
Change in Weight	%	ASTM D1754	0.035	0.049
PI			-1.971	-2.231

จากตารางผลการทดสอบคุณสมบัติของแอสฟัลต์ซีเมนต์ชนิด AC60-70 ซึ่งถูกนำมาทำการหาคุณสมบัติเบื้องต้น โดยผลการทดสอบค่าเพนิเตอร์ชันที่อุณหภูมิ 25 °C ของแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ยังไม่ผ่านการเร่งอายุ พบว่า แอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC60-70 มีความแข็งปานกลางโดยที่มีค่าเพนิเตอร์เท่ากับ 61-69 Pen. และการทดสอบค่าเพนิเตอร์ชันของแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ผ่านการเร่งอายุด้วยวิธี TFO พบว่าค่าเพนิเตอร์ชันของแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC60-70 มีค่าน้อยลง ซึ่งแสดงว่าแอสฟัลต์ซีเมนต์ดังกล่าว เมื่อผ่านการเร่งอายุจะทำให้ตัวเนื้อวัสดุมีค่าที่แข็งขึ้นซึ่งทำให้ค่าเพนิเตอร์ชันของแอสฟัลต์ที่ผ่านการเร่งอายุลดลง

การทดสอบค่าความหนืด(Viscosity) ที่อุณหภูมิ 135 °C ความเร็วในการทดสอบของการหมุน spindle 20 รอบต่อวินาที ผลการทดสอบพบว่าแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC60-70 มีค่าความหนืดไม่เกิน 3 Pa.s ตามข้อกำหนด วิธี Superpave การทดสอบค่าDuctility ของแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC60-70 ที่ยังไม่ผ่านการเร่งอายุและที่ผ่านการเร่งอายุ ด้วยวิธี TFO พบว่ามีค่าการยืดตัวที่ดีซึ่งมีค่าการทดสอบDuctilityที่อุณหภูมิ 25°C มีค่ามากกว่า 150 เซนติเมตร การทดสอบค่าSoftening Point ของแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC60-70 ที่ยังไม่ผ่านการเร่งอายุและที่ผ่านการเร่งอายุ ด้วยวิธี TFO พบว่าเมื่อทำการเร่งอายุแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC60-70 อุณหภูมิจุดอ่อนตัวของแอสฟัลต์ซีเมนต์มีค่าที่สูงขึ้น เนื่องจากว่าเมื่อทำการเร่งอายุแอสฟัลต์ซีเมนต์จะแข็งขึ้นแต่ค่าการอ่อนตัวและความหนืดจะลดลงผลจากการทดสอบหาค่าน้ำหนักที่สูญหายจากการได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 163 °C ของการเร่งอายุ ด้วยวิธี TFO แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC60-70 มีค่าน้ำหนักที่สูญหายไม่เกิน 1 %

จากผลการทดสอบคุณสมบัติของแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC60-70 มีคุณสมบัติที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมทางหลวงและมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

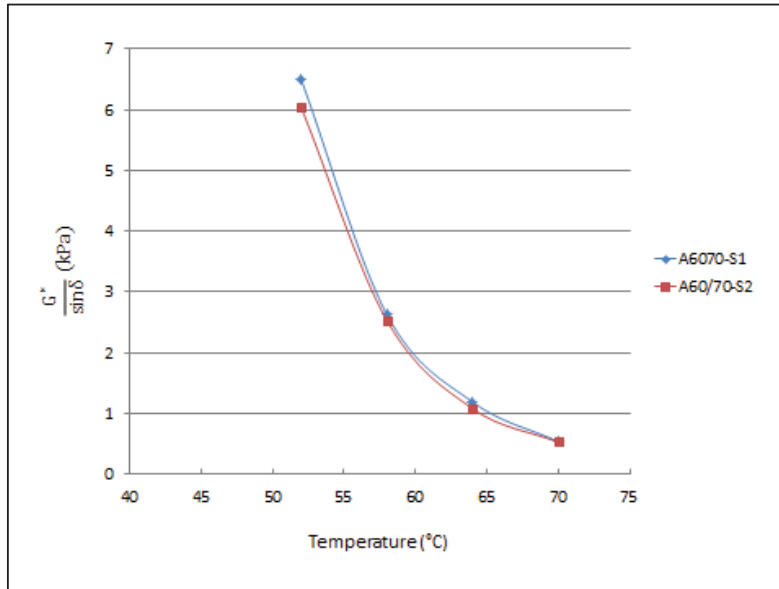
4.1.2 การทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC60-70 วิธีทดสอบตามมาตรฐาน Superpave

การทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติของแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC60-70 โดยวิธีการทดสอบตามมาตรฐาน Superpave ซึ่งทำการทดสอบด้วยเครื่อง DSR ทำวัดค่า G^* และมุม δ มาแสดงความสัมพันธ์กับค่าความต้านทานการเกิดร่องล้อและความต้านทานการแตกร้าวเนื่องจากความล้า ได้ผลการทดสอบดังนี้

ผลการทดสอบคุณสมบัติแอสฟัลต์ซีเมนต์โดยเครื่องมือทดสอบ DSR สำหรับแอสฟัลต์ที่ยังไม่ผ่านการเร่งอายุ

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC60-70 ที่ยังไม่ผ่านการเร่งอายุ โดยเครื่องมือทดสอบ DSR

วัสดุ	อุณหภูมิ (°C)	G* (kPa)	δ (องศา)	G*/sin δ (kPa)
AC AC60-70 SOURCE 1	52	6.4875	85.9	6.5041
Dynamic Shear	58	2.6274	87.2	2.6305
(Test Temp @ 10	64	1.194	88.2	1.1946
rad/s, °C)	70	0.5491	88.7	0.5492
AC AC60-70 SOURCE 2	52	6.0346	87.9	6.04
Dynamic Shear	58	2.5305	88.8	2.53
(Test Temp @ 10	64	1.0832	89.3	1.08
rad/s, °C)	70	0.5341	89.5	0.53



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า $G^*/\sin \delta$ กับอุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ยังไม่ผ่านการเร่งอายุ

ผลการทดสอบจากตารางที่ 4.2 เมื่อนำค่า G^* และค่ามุม δ มาพิจารณาตามเงื่อนไขจำลองการเสื่อมสภาพของแอสฟัลต์ซีเมนต์ในกรณีที่เกิดร่องล้อซึ่งเป็นการเสียรูปอย่างถาวรโดยใช้สมการ $G^*/\sin \delta$ มาแสดงความสัมพันธ์กับอุณหภูมิดังภาพที่ 4.1 พบว่าแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC60-70 มีค่า $G^*/\sin \delta$ ไม่สูงมากนัก แสดงว่าแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC60-70 ที่ยังไม่ผ่านการเร่งอายุมีความต้านทานการเกิดร่องล้อที่ต่ำ เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิที่สูงกว่า 64 °C ซึ่งเป็นค่าโดยประมาณของอุณหภูมิผิวทางที่ความเชื่อมั่น 50% จากผลการเลือกเกรดแอสฟัลต์ซีเมนต์ตามสภาพภูมิอากาศ พบว่า $G^*/\sin \delta$ เท่ากับ 1 kPa ซึ่งเป็นค่าที่ควบคุมการเกิดร่องล้อสำหรับแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ยังไม่ผ่านการเร่งอายุนั้น จะได้อุณหภูมิสูงสุดที่ใช้งานได้โดยที่คุณสมบัติทางกายภาพที่สามารถต้านทานการเกิดร่องล้อของแอสฟัลต์ซีเมนต์ยังมีคุณสมบัติสามารถใช้งานได้ ดังตารางที่ 4.2

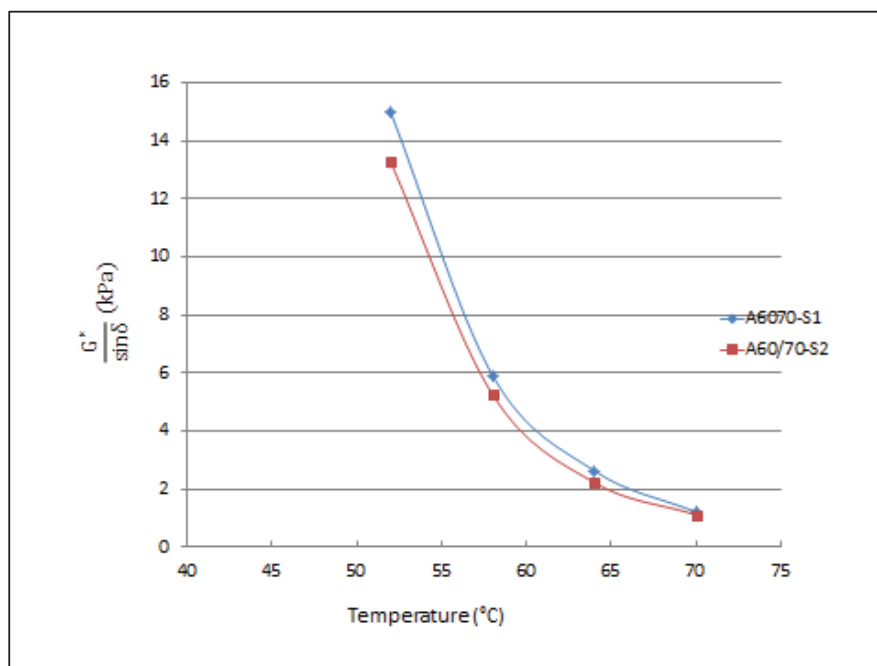
ตารางที่ 4.2 แสดงอุณหภูมิสูงสุดที่ใช้งานได้ของแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ยังไม่ผ่านการเร่งอายุ

แอสฟัลต์ซีเมนต์	อุณหภูมิสูงสุดที่ใช้งานได้ (°C)
AC AC60-70 SOURCE 1	65.5
AC AC60-70 SOURCE 2	64.7

ผลการทดสอบคุณสมบัติแอสฟัลต์ซีเมนต์โดยเครื่องมือทดสอบ DSR สำหรับแอสฟัลต์ที่ผ่านการเร่งอายุตามวิธี RTFO

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC60-70 ที่ผ่านการเร่งอายุด้วยวิธี RTFO โดยเครื่องมือทดสอบ DSR

วัสดุ	อุณหภูมิ (°C)	G* (kPa)	δ (องศา)	G*/sin δ (kPa)
AC AC60-70 SOURCE 1 Dynamic Shear (Test Temp @ 10 rad/s, °C)	52	14.852	82.4	14.984
	58	5.889	84.7	5.914
	64	2.628	86.4	2.633
	70	1.212	87.8	1.213
AC AC60-70 SOURCE 2 Dynamic Shear (Test Temp @ 10 rad/s, °C)	52	13.227	85.8	13.263
	58	5.248	87.2	5.255
	64	2.225	88.4	2.226
	70	1.017	89.1	1.017



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า $G^*/\sin\delta$ กับอุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ผ่านการเร่งอายุด้วยวิธี RTFO

ผลการทดสอบจากตารางที่ 4.3 เมื่อนำค่า G^* และค่ามุม δ มาพิจารณาตามเงื่อนไขจำลองการเสื่อมสภาพของแอสฟัลต์ ในกรณีที่เกิดร่องล้อซึ่งเป็นการเสียรูปอย่างถาวรของแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ผ่านการเร่งอายุด้วยวิธี RTFO โดยใช้สมการ $G^*/\sin\delta$ มาแสดงความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ดังภาพที่ 4.2 พบว่าแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC60-70 มีค่า $G^*/\sin\delta$ น้อยที่ทุกอุณหภูมิ ซึ่งแสดงว่าแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC60-70 มีความต้านทานการเกิดร่องล้อต่ำและผลที่ได้เหมือนกับก่อนทำการเร่งอายุ

นอกจากนั้นเมื่อนำค่า $G^*/\sin\delta$ มาแสดงความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ โดยที่พิจารณาค่า $G^*/\sin\delta$ เท่ากับ 2.2 kPa ซึ่งเป็นค่าที่ควบคุมการเกิดร่องล้อสำหรับแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ผ่านการเร่งอายุนั้น จะได้อุณหภูมิสูงสุดที่ใช้งานได้โดยที่คุณสมบัติของแอสฟัลต์ซีเมนต์ยังมีคุณสมบัติทางกายภาพต้านทานการเกิดร่องที่ดีดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.4 แสดงอุณหภูมิสูงสุดที่ใช้งานได้ของแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ผ่านการเร่งอายุด้วยวิธี RTFO

แอสฟัลต์ซีเมนต์	อุณหภูมิสูงสุดที่ใช้งานได้ (°C)
AC AC60-70 SOURCE 1	65.4
AC AC60-70 SOURCE 2	64.1

4.2 การประเมินอุณหภูมิของเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือ เพื่อจัดระบบยางแอสฟัลท์ PG ตามข้อกำหนดของ ของระบบ Superpave

ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการนำข้อมูลอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อนำมาคำนวณหาอุณหภูมิของผิวทาง โดยได้เลือกข้อมูลอุณหภูมิอากาศจากสถานีตรวจวัดอากาศ 18 สถานี ของ 15 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ซึ่งเป็นเขตพื้นที่ศึกษาของงานวิจัยนี้ โดยใช้เป็นตัวแทนสภาพอากาศต่าง ๆ ของเขตพื้นที่ศึกษา ภาคเหนือตอนบน โดยข้อมูลสภาพอากาศที่ได้เป็นข้อมูลย้อนหลัง 11 ปี ตั้งแต่ปี 2542 ถึงปี 2552 จากการวิเคราะห์ผลการรวบรวมข้อมูลอุณหภูมิ ได้ผลเป็นไปตามตารางที่ 4.3 จากข้อกำหนดของ Superpave จะต้องทำการเปลี่ยนอุณหภูมิอากาศให้เป็นอุณหภูมิที่ผิวทาง โดยเป็นไปตามสมการที่ 4.1 โดยการศึกษานี้จะทำการเลือกค่าอุณหภูมิสูงสุดจากค่าอุณหภูมิการวิเคราะห์ความเชื่อมั่น 95% ตามหลักการวิเคราะห์เชิงสถิติ โดย จ.ตากเป็นจุดที่มีค่าอุณหภูมิสูงสุดในแต่ละปีเฉลี่ย 11 ปี ตามค่าความเชื่อมั่น 95% upper bound สูงที่สุดในเขตพื้นที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 41.7 องศาเซลเซียส แต่เมื่อแปลงเป็นอุณหภูมิผิวทาง โดยสมการที่แนะนำในวิธี SUPERPAVE (สมการที่ 4.1) จังหวัดแม่ฮ่องสอนเป็นจังหวัดที่มีอุณหภูมิผิวทางสูงที่สุดในเขตพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 68.2 องศาเซลเซียส

$$T_{20mm} = (T_{air} - 0.00618 \text{ Lat}^2 + 0.2289\text{Lat} + 40.91) (0.9545) - 17.78 \quad (1)$$

โดยที่

$$T_{20mm} = \text{ค่าอุณหภูมิสูงสุดของผิวทางที่ความลึก 20 มม.จากผิวทาง (องศาเซลเซียส)}$$

T_{air} = ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศสูงสุด 7 วันในแต่ละปี (องศาเซลเซียส)

ในส่วนของอุณหภูมิต่ำสุดของผิวทางในการศึกษานี้จะให้ค่าเท่ากับอุณหภูมิต่ำสุดของอากาศจากตารางที่ 4.3 พบว่าเมื่อพิจารณาความเชื่อมั่นที่ 95% แล้วพบว่าอุณหภูมิต่ำสุดของผิวทางในเขตพื้นที่ศึกษา คือ 5.9 ของพื้นที่จังหวัดตากเช่นกัน จากช่วงอุณหภูมิผิวทางที่สูงสุดกับต่ำสุดที่ประเมินได้ในพื้นที่ศึกษาภาคเหนือ 15 จังหวัด เพื่อมาหาค่า PG Grade ที่เหมาะสมของอุณหภูมิอากาศดังกล่าว ทั้งนี้ สามารถสรุปได้ว่าค่าอุณหภูมิผิวทางเฉลี่ยต่ำสุดของประเทศไทยจะไม่ต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส แต่เนื่องจากข้อกำหนดคุณสมบัติของยางแอสฟัลต์ตามมาตรฐาน SUPERPAVE มีค่าอุณหภูมิผิวทางที่ติดลบน้อยที่สุดเท่ากับ ลบ 10 องศาเซลเซียส ดังนั้นในการเลือกเกรดยางแอสฟัลต์ตามระบบ PG Grade จึงต้องเลือกอุณหภูมิใช้งานต่ำสุดที่ ลบ 10 องศาเซลเซียส ในขณะที่ค่าอุณหภูมิผิวทางใช้งานสูงสุดสำหรับเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือนั้นอยู่ในช่วง 61.7 ถึง 68.2 องศาเซลเซียส ดังนั้นในการเลือก PG Grade สำหรับยางแอสฟัลต์เพื่อใช้งานในประเทศไทย โดยยังไม่พิจารณาถึงปริมาณจราจรนั้น จะได้เกรด PG 70-10 สำหรับพื้นที่ทั่วไป และเมื่อนำปริมาณจราจรมาพิจารณาจะพบว่า หากปริมาณจราจรอยู่ในช่วง 10 ถึง 30 ล้าน ESAL และมากกว่า 30 ล้าน ESAL จะต้องเพิ่มอุณหภูมิของ PG Grade อีก 1 และ 2 ระดับ ตามลำดับตามข้อแนะนำของ SUPERPAVE นอกจากนี้หากจะนำวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตไปใช้งานเป็นผิวทางบริเวณทางแยกและทางลาดชัน ซึ่งต้องรับแรงเฉือนมากกว่าปกติก็ควรเพิ่มค่าอุณหภูมิสูงสุดใช้งานขึ้นอีก หนึ่งระดับตามคำแนะนำของ SUPERPAVE เช่นกัน

อย่างไรก็ตามยางแอสฟัลท์ที่ใช้กันอยู่แพร่หลายและเป็นไปตามข้อกำหนดของกรมทางหลวง นั่นคือ แอสฟัลท์ AC60-70 ซึ่งจากการทดสอบในห้องทดลองเพื่อหาคุณสมบัติไปจัดเข้ากับยางในระบบ PG grade ของ Superpave พบว่ายางแอสฟัลท์ AC60-70 สามารถจัดได้อยู่ประมาณ PG 64 เป็นไปตามผลในตารางที่ 4.2 ดังนั้นในขั้นนี้อาจสรุปได้ว่า ยางแอสฟัลท์แบบ AC60-70 ไม่เหมาะสมที่จะใช้ในเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือ โดยจากการพิจารณาจากสภาพอุณหภูมิตามข้อกำหนดของ Superpave ยางแอสฟัลท์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษาในภาคเหนือคือ PG 70-10 สำหรับพื้นที่ที่มีการจราจรน้อยกว่า 10 ล้าน ESAL ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.3

ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสังเกตว่าสำหรับเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือจะต้องใช้ยางแอสฟัลท์ที่มีคุณภาพดีกว่า AC60-70 ซึ่งอาจจะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพโดยใช้สารผสมเพิ่ม ซึ่งเรียกว่าโพลีเมอร์โมดิฟายด์แอสฟัลท์ (PMA) จากการศึกษาของ ทวีช(2552) พบว่ายางแอส

ฟัลท์ PMA สามารถตามระบบ PG grade ได้ PG 70-34 ซึ่งน่าจะเหมาะสมกว่ายางแอสฟัลท์ AC60-70 ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป



รูปที่ 4.2 แสดงแผนที่ของชนิด PG-grade ของแอสฟัลต์คคอนกรีตที่เหมาะสมในเขตพื้นที่

ศึกษา

ตารางที่ 4.3 ค่าทางสถิติของอุณหภูมิอากาศสูงสุด ค่าสุดที่ได้จากการสำรวจของพื้นที่ศึกษาภาคเหนือ รวมถึงค่าอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดของผิวทาง และการประเมินค่า PG grade ที่เหมาะสมของแต่ละจังหวัด

จังหวัด	ละติจูด	อุณหภูมิอากาศ				ค่า 95% ความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ย				อุณหภูมิผิวทาง		PG Grad ตามประมาณจราจร (ล้าน ESAL)	
		สูงสุด	SD _{airmax}	ต่ำสุด	SD _{airmin}	อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด	อุณหภูมิสูงสุด		Upper bound	Lower bound	Upper bound	สูงสุด	ต่ำสุด
							Lower bound	Upper bound					
เชียงราย	19°55'	36.9	0.645	8.0	2.320		36.5	37.4	6.5	9.6		64.9	8.0
แม่ฮ่องสอน	19°16'	40.4	1.241	8.5	1.846		39.5	41.2	7.3	9.7		68.2	8.5
พะเยา	19°10'	37.9	0.724	8.6	2.355		37.5	38.5	7.0	10.2		65.6	8.6
เชียงใหม่	18°48'	38.5	1.088	8.5	2.658		37.9	39.3	6.8	10.3		66.2	8.5
น่าน	18°47'	39.4	0.777	7.5	2.486		38.9	39.9	5.8	9.1		66.8	7.5
ลำพูน	18°30'	39.8	1.149	9.5	2.124		39.1	40.6	8.1	10.9		67.3	9.5
ลำปาง	18°17'	40.7	0.600	9.5	2.248		40.3	41.1	8.0	11.1		67.5	9.5
แพร่	18°09'	39.3	0.683	10.6	2.184		28.9	39.8	9.1	12.0		66.4	10.6
อุดรดิตถ์	17°38'	39.3	0.663	12.9	2.045		38.8	39.7	11.6	14.4		66.1	12.9
สุโขทัย	17°01'	39.6	0.823	12.1	1.838		39.1	40.2	10.8	13.3		66.3	12.1
พิจิตร	16°26'	34.4	1.148	12.1	4.306		33.8	35.6	9.2	14.9		61.7	12.1
ตาก	16°53'	40.9	1.07	5.9	2.279		40.2	41.7	4.4	7.6		67.7	5.9
พิษณุโลก	16°49'	38.6	0.698	12.7	1.709		38.1	39.0	11.5	13.8		65.1	12.7
เพชรบูรณ์	16°25'	39.4	0.750	10.7	2.201		38.9	39.9	9.2	12.2		65.8	10.7
กำแพงเพชร	16°28'	38.9	0.555	13.2	0.555		38.6	39.4	11.9	14.6		65.3	13.2

4.3 การประเมินวัสดุมวลรวมตามข้อกำหนดของกรมทางหลวงกับมวลรวมตามข้อกำหนดของ Superpave

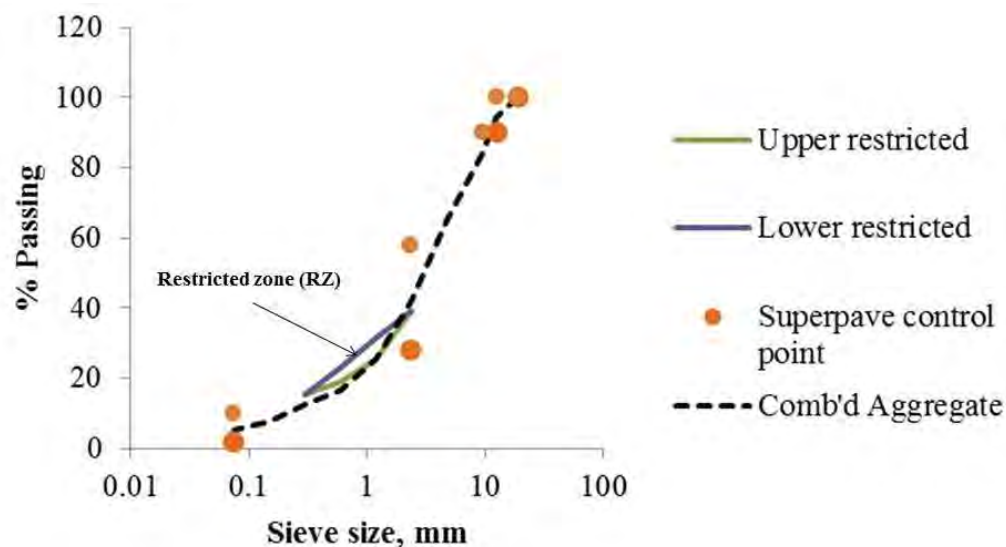
ในการศึกษามวลรวมเพื่อออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ ในการศึกษานี้ได้ใช้วัสดุมวลรวมจากการก่อสร้างถนน 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย พิษณุโลก โดยเป็นหินปูน (Lime Stone) ของโรงโม่หิน ศิลาชัย อ.ทองแสนขัน จ.อุดรธานี (ตามเอกสารอ้างอิงในภาคผนวก ข) การศึกษานี้จะอ้างอิงผลการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของมวลรวม รวมทั้งการออกแบบ Job Mix Formula (JMF) ของสำนักทางหลวงที่ 4 พิษณุโลก เพื่อใช้ในการบั่นก้อนตัวอย่างจากการออกแบบส่วนผสมโดยวิธีการของมาร์แชล อย่างไรก็ตามสำหรับข้อกำหนดของวัสดุมวลรวมของ Superpave นั้นจะต้องมีการทดสอบพิเศษเพิ่มขึ้นในแง่ของคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุมวลรวม เช่นการตรวจสอบคุณสมบัติความเป็นเหลี่ยมเป็นมุม (Angularity) ของวัสดุมวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด ค่าเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนของดินเหนียว (Clay content) อย่างไรก็ตามจากข้อกำหนดของวัสดุมวลรวมของกรมทางหลวง ได้มีการทดสอบเพื่อให้วัสดุเป็นไปตามมาตรฐานอยู่แล้ว ดังนั้นการศึกษานี้จะให้ความสำคัญของขนาดผลของมวลรวม ซึ่งข้อกำหนดของ Superpave ให้ความสำคัญกับส่วนนี้มาก ดังแสดงในตารางที่ 4.4 เป็นข้อกำหนดขนาดผลที่เหมาะสมของ Superpave ของขนาดหินใหญ่สุด (max size) $\frac{3}{4}$ นิ้ว ตารางที่ 4.5 เป็นส่วนผสมของมวลรวมเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของกรมทางหลวงตามข้อกำหนดขนาดผลสำหรับการออกแบบส่วนผสมแบบมาร์แชล เมื่อนำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟร่วมกับข้อกำหนดของ Superpave ดังแสดงในรูปที่ 4.4 พบว่าวัสดุมวลรวมที่ออกแบบไว้สำหรับการออกแบบส่วนผสมมาร์แชลสามารถใช้ได้กับข้อกำหนดของ Superpave แต่อย่างไรก็ตามตามข้อกำหนดของ Superpave จะมีการกำหนดส่วนที่ต้องห้าม (Restricted Zone) ไว้เพื่อป้องกันการยุบตัวของก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์ที่จะไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ดังนั้นในการออกแบบส่วนผสมมวลรวมทุกครั้งต้องยกเว้นไม่ได้การกระจายขนาดผลของมวลรวมเข้าไปในเขตต้องห้ามนี้ ซึ่งในการทดสอบนี้จะให้ค่าส่วนผสมมวลรวมตามตารางที่ 4.5 เพื่อใช้ในการเตรียมก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์เพื่อหาความสามารถของก้อนตัวอย่างต่อไป

ตารางที่ 4.4 ข้อกำหนดขนาดกะของมวลรวมตามข้อกำหนดของ Superpave

Sieve Size		Control Points		Restricted Zone	
(mm)	(U.S.)	Lower	Upper	Lower	Upper
19	3/4 inch	100	-	-	-
12.5	1/2 inch	90	100	-	-
9.5	3/8 inch	-	90	-	-
4.75	No. 4	-	-	-	-
2.36	No. 8	28	58	39.1	39.1
1.18	No. 16	-	-	25.6	31.6
0.60	No. 30	-	-	19.1	23.1
0.30	No. 50	-	-	15.5	15.5
0.15	No. 100	-	-	-	-
0.075	No. 200	2	10	-	-

ตารางที่ 4.5 ผลของขนาดคละที่ได้จากการออกแบบส่วนผสมของขนาดคละของมวลรวม

	Cold Bin				Hot Bin					Desired range
Sive Size	% Passing			Comb'd	% Passing				Comb'd	
	Bin1	Bin2	Bin3		Bin1	Bin2	Bin3	Bin4		
Mix Proportion	50	25	25	100	47	26	15	12	100	
3/4 inch			100	100			100	100	100	100
1/2 inch		100	56.2	89.1		100	97.4	53.9	94.1	80-100
3/8 inch	100	99.1	27.6	81.7	100	99.1	63.8	13.7	84	-
No. 4	99.5	23.5	2.4	56.2	98.1	67.5	6.9	0.9	64.8	44-77
No. 8	84.6	1.7		42.7	85.1	7.3	1.2		42.1	28-58
No. 16	53.2			26.6	52.6	3.5			25.6	-
No. 30	34.1			17.1	33.7	2.5			16.5	-
No. 50	25.7			12.9	25.9	1.7			12.6	5-21
No. 100	17.9			9.0	16.8				7.9	-
No. 200	15.3			7.7	12.4				5.8	2-10



รูปที่ 4.4 แสดงขนาดคละของมวลรวมสำหรับใช้ในส่วนผสม Superpave

4.4 การออกแบบส่วนผสม Superpave

ในขั้นตอนนี้มีจุดมุ่งหมายหลักที่จะหาปริมาณแอสฟัลต์ที่เหมาะสมที่จะนำไปผสมกับมวลรวมที่เหมาะสมตามหัวข้อที่ 4.2 โดยตามข้อกำหนดของ Superpave นั้นได้กำหนดให้เมื่อนำก้อนตัวอย่างไปบดอัดในเครื่องบดอัดแบบ Gyrotory ในจำนวนรอบเท่ากับ N_{des} (ตามสภาพการจราจร 10-30 ล้าน ESAL) แล้วสามารถที่จะได้ปริมาณช่องว่างอากาศ V_a มีค่าเท่ากับ 4% และมีค่า VMA กับ VFA เป็นไปตามข้อกำหนดของ Superpave ด้วย ซึ่งในการศึกษานี้จะนำยางชนิด AC60-70 ซึ่งเป็นยางแอสฟัลต์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยเพื่อมาทำการออกแบบส่วนผสม Superpave ในหัวข้อนี้แม้ว่า ยางแอสฟัลต์ชนิดนี้ไม่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือเมื่อพิจารณาการคัดเลือกยางแอสฟัลต์ที่เหมาะสมตาม PG grade ของ Superpave ที่ได้วิเคราะห์ไปในหัวข้อที่ 4.1

การออกแบบส่วนผสมของ Superpave มีรายละเอียดและขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. คำนวณหาปริมาณแอสฟัลต์เริ่มต้น (P_{bi}) ที่จะใช้ในการออกแบบส่วนผสมได้เท่ากับร้อยละ 4.8 ของน้ำหนักมวลรวม

2. ทำการบดอัดก้อนตัวอย่างโดยใช้ยางแอสฟัลต์เท่ากับ P_{bi} ซึ่งเท่ากับร้อยละ 4.94 ด้วยรอบบดอัดจนถึงค่า N_{max} และคำนวณหาค่าคุณสมบัติเชิงปริมาตรต่างๆที่ N_{ini} N_{des} และ N_{max} (9 รอบ 135 รอบ และ 220 รอบตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 4.6
3. คำนวณหาค่าปริมาณแอสฟัลต์ที่ควรใช้ (P_{b-est}) ซึ่งจะทำให้ก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตมีค่าร้อยละของช่องว่างอากาศ (V_a) เท่ากับร้อยละ 4.0 ที่รอบบดอัดเท่ากับ N_{des} ซึ่งจากตารางที่ 4.6 จะพบว่าค่า P_{b-est} ของยางแอสฟัลต์ชนิด AC 60-70 คือร้อยละ 4.8 และ จึงทำการปรับค่า P_{b-est} เป็นร้อยละ 5.0
4. ทำการผลิตก้อนตัวอย่างโดยใช้ปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ร้อยละ 4.5 5.0 และ 5.5 โดยนำหนักของมวลรวม ได้ผลดังตารางที่ 4.6 และสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณยางแอสฟัลต์กับคุณสมบัติ V_a VMA และ VFA โดยได้ค่าประมาณยางแอสฟัลต์ตามปริมาณแอสฟัลต์ที่เหมาะสมได้เท่ากับร้อยละ 5.0
5. ทำการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรต่างๆของก้อนตัวอย่างที่ N_{ini} N_{des} และ N_{max} ตามข้อกำหนด Superpave เพื่อยืนยันผลการเลือกปริมาณยางแอสฟัลต์ที่เหมาะสมก่อนนำผลการออกแบบไปใช้งาน โดยมีคุณสมบัติที่ต้องตรวจสอบดังนี้
 - VMA มากกว่าร้อยละ 13.0 สำหรับมวลรวมที่มีค่า Nominal Maximum Size 19.0 มม.
 - VFA มีค่าระหว่าง ร้อยละ 65 ถึง 75 สำหรับ สำหรับปริมาณจราจร มากกว่า 10 ล้านESAL
 - ค่า $G_{mb} @ N_{ini}$ น้อยกว่าร้อยละ 89 ของ G_{mm} และ ค่า $G_{mb} @ N_{max}$ น้อยกว่าร้อยละ 98ของ G_{mm}

ซึ่งจากข้อมูลในตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าที่ปริมาณยางแอสฟัลต์เท่ากับ 5.0 ก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตมีคุณสมบัติเป็นไปตามเงื่อนไขดังกล่าว และท้ายที่สุดจะต้องทำการคำนวณหาค่า Dust Proportion (DP) ซึ่งจากการคำนวณพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.914 ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 1.2 ตามข้อกำหนดของ Superpave

ตารางที่ 4.6 ผลการบดอัดก้อนตัวอย่างโดยใช้ยางแอสฟัลท์ร้อยละต่างๆในการหาปริมาณที่เหมาะสม

ปริมาณยาง	4.8%			4.5%			5%			5.5%		
จำนวนรอบการบดอัด	9	135	220	9	135	220	9	135	220	9	135	220
Gmb ที่ประเมินได้	2.066	2.261	2.083	2.091	2.281	2.312	2.072	2.276	2.298	2.081	2.336	2.362
Gmb ที่วัดได้	2.377			2.378			2.374			2.372		
Adj Factor	1.042			1.042			1.034			1.024		
Gmb ปรับแก้	2.151	2.352	2.377	2.149	2.348	2.379	2.136	2.349	2.374	2.126	2.344	2.372
Gmb วัดได้	2.451			2.466			2.459			2.433		
%Gmm	87.78	95.95	96.98	87.17	95.23	96.50	87.47	95.81	96.96	87.13	96.35	97.50
Va %	12.22	4.05	3.02	12.82	4.76	3.49	12.78	4.05	3.03	12.73	3.65	2.50
VMA %	14.3			14.4			14.34			14.56		
Pbest ปริมาณยางที่เหมาะสม	5			5 (จากกราฟความสัมพันธ์ของ Va, VMA, VFA)								

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณยางที่เหมาะสมตามตารางที่ 4.6 พบว่าปริมาณยางที่เหมาะสมสำหรับส่วนผสมจากการประเมินแบบ Superpave และแบบมาร์แชล (รายละเอียดในภาคผนวก ข) ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการออกแบบหาปริมาณยางแอสฟัลต์ที่เหมาะสม

วัสดุมวลรวม	ปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ออกแบบโดยวิธี Superpave	ปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ออกแบบโดยวิธีมาร์แชล
หินปูน จากผลการทดสอบของสำนักทางหลวงที่ 4 พิษณุโลก	5.0	5.2

4.5 การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต

ในการทดสอบหาคุณสมบัติของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตในหัวข้อนี้จะทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติก่อนตัวอย่างที่ได้จากการออกแบบส่วนผสม Superpave ที่แสดงในหัวข้อ 4.3 ที่ผลิตขึ้นจากการใช้รอบการบดอัด 135 รอบ จากเครื่องบดอัดแบบไจราเตอรีและก่อนตัวอย่างที่ได้จากการออกแบบส่วนผสมแบบมาร์แชลที่ใช้การบดอัด 75 ครั้งการบดอัดตามมาตรฐานของมาร์แชล ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบจากก่อนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการออกแบบ Superpave และมาร์แชล

รายละเอียดการทดสอบ	ก่อนตัวอย่าง Superpave	ก่อนตัวอย่าง มาร์แชล
ปริมาณแอสฟัลต์	5%	5.2%
จำนวนรอบการบดอัด	135(Gyratory)	75(Marshall)
Bulk density (t/m ³)	2.683	2.499
Stability (kN)	16	13
Flow (mm)	3.5	4.2
ค่ากำลังรับแรงดึงทางอ้อม, kPa	78 (unsoaked) 74 (soaked)	63(unsoaked) 47(soaked)
ค่าโมดูลัสการคืนตัว, MPa @ 50°C	6824	4832
การคืบแบบให้น้ำหนักช้า (Dynamic creep)	Flow point 1492	Flow point 2201

จากการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.8 จะพบว่าทุกการทดสอบก่อนตัวอย่างที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างและการออกแบบส่วนผสมตาม Superpave จะได้ค่าที่ดีกว่าก่อนตัวอย่างที่ได้จากมาร์แชลในทุกๆรายการ โดยค่าผลการทดสอบต่างๆที่ดีกว่านี้บ่งบอกถึงความสามารถของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ได้จากการเตรียมโดยวิธี Superpave นั้นน่าจะดีกว่าก่อนตัวอย่างที่เตรียมจากวิธีการดั้งเดิมแบบมาร์แชลในสภาพการใช้งานจริงด้วย แต่อย่างไรก็ตามค่าต่างนี้

เป็นค่าที่ได้จากการทดลองซึ่งมีการเตรียมและควบคุมสภาพการทดสอบ ซึ่งอาจจะต่างจากสภาพจริงในถนนที่มีความแปรปรวนขององค์ประกอบต่างๆที่ส่งผลถึงความสามารถของแอสฟัลต์ ค่าการทดสอบต่างๆนี้เป็นค่าเฉพาะที่ได้จากการทดลองเท่านั้น

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากวัตถุประสงค์หลักของการศึกษาตามโครงการนี้คือ “เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ด้วยวิธีการแบบซูเปอร์เพฟ (Superpave) และวิธีการแบบมาร์แชล (Marshall) ที่เหมาะสมกับสภาพอากาศ และสภาพจราจรในประเทศไทย ของเขตพื้นที่ศึกษาเฉพาะภาคเหนือ” จากผลการดำเนินงานวิจัยตลอดทั้งโครงการได้ข้อสรุปของการศึกษาเปรียบเทียบการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ทั้งสองวิธีและสามารถที่จะบ่งบอกถึงความเป็นไปได้ในการนำการออกแบบส่วนผสมตามวิธีการแบบ Superpave มาใช้ในเมืองไทยโดยมีเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือเป็นเขตพื้นที่ศึกษา ดังข้อสรุปและข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

4.6 ชนิดของยางแอสฟัลต์

ยางแอสฟัลต์ที่นิยมใช้กันอยู่ในประเทศไทยและใช้ในการออกแบบส่วนผสมตามวิธีการของมาร์แชลโดยส่วนใหญ่จะให้ยางชนิด AC 60-70 ตามข้อกำหนดของกรมทางหลวง โดยมีคุณสมบัติ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 โดยการกำหนดชนิดของยางแอสฟัลต์ชนิดนี้จะใช้คุณสมบัติทางกายภาพคือค่า Viscosity เป็นหลักในการแบ่งเกรด แต่สำหรับการออกแบบส่วนผสมตามวิธีการ Superpave ได้มีการจัดเกรดยางระบบใหม่ ซึ่งเรียกว่า PG grade โดยจะใช้คุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมเป็นตัวแบ่งเกรด โดยจะคำนึงถึงคุณสมบัติของยางแอสฟัลต์ที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิและความเร็วรอบของน้ำหนักระทำ มาใช้ในการพิจารณาในการแบ่งเกรดยางแอสฟัลต์ด้วย ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลอุณหภูมิอากาศของบริเวณพื้นที่ศึกษาภาคเหนือ 15 จังหวัด เป็นระยะเวลา 11 ปีตั้งแต่ปี 2542 ถึง 2552 เพื่อนำมาวิเคราะห์หาอุณหภูมิพื้นผิวถนนของพื้นที่จัดหัดต่างๆตามวิธีการของ Superpave ดังได้แสดงรายละเอียดในบทที่ 4 หัวข้อที่ 4.2 จากอุณหภูมิของพื้นผิวถนนที่ได้ทำการศึกษาพบว่า อุณหภูมิผิวถนนในเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือสูงสุดอยู่ที่ 67.7 องศาเซลเซียส ต่ำสุดอยู่ที่ 5.9 องศาเซลเซียสของพื้นที่จังหวัดตาก โดยอุณหภูมินี้สามารถจัด เกรดยางแอสฟัลต์ที่เหมาะสมกับช่วงอุณหภูมินี้ตาม PG ได้อยู่ที่ PG70-10 แต่เมื่อนำยางตามระบบ AC60-70 มาทำการทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมตามรายละเอียดในหัวข้อ 4.1 พบว่า ยาง AC60-70 สามารถจัดได้เป็น PG 64 ซึ่งมีคุณสมบัติที่ต่ำกว่า PG 70 ที่ประเมินได้จากอุณหภูมิผิวถนนในเขตพื้นที่ศึกษา ดังนั้นจากผลการศึกษาสภาพอากาศ อุณหภูมิผิวถนน การทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของยาง

แอสฟัลต์ AC60-70 สามารถที่จะสรุปได้ว่า ยาง AC60-70 ที่นิยมใช้กันอยู่ในประเทศไทย ไม่สามารถใช้ได้กับสภาพอุณหภูมิของเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือ โดยจะต้องใช้ยางที่มีคุณสมบัติสูงกว่าตามระบบ PG grade ของระบบ Superpave และจากการศึกษาของ ทวีช (2552) พบว่า ยางแอสฟัลต์ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพที่เรียกว่าโพลีเมอร์โมดิฟายด์แอสฟัลต์หรือ PMA สามารถที่จะจัดให้อยู่ในยาง PG grade ได้เป็น PG70 ซึ่งตรงกับสภาพอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดของพื้นที่ศึกษาภาคเหนือที่ได้จากการวิเคราะห์ของการศึกษานี้ ดังนั้นยาง PMA น่าจะมีความเหมาะสมกับเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือมากกว่ายาง AC60-70 เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางด้านคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่สอดคล้องกับสภาพอุณหภูมิของเขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในด้านของราคา ยาง PMA มีราคาที่สูงกว่ายาง AC60-70 ดังนั้นผลการศึกษาที่ได้จากโครงการนี้จะบอกได้แต่แนวทางว่าน่าจะถึงเวลาที่จะต้องศึกษาคูณสมบัติกันอย่างจริงจังต่อไปว่ายางแอสฟัลต์ AC60-70 ที่นิยมใช้กันอยู่ในภาคเหนือและประเทศไทยนั้นจริง ๆ แล้วมีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของไทยหรือไม่เพียงใด โดยต้องมีข้อมูลทางภาคสนามมาร่วมกันการพิจารณาด้วย

4.7 ขนาดคละของมวลรวมส่วนผสมแอสฟัลต์

สำหรับการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์นอกจากยางแอสฟัลต์แล้ว ยังมีองค์ประกอบที่มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากันก็คือ มวลรวม (Aggregate) ซึ่งจะเป็นองค์ประกอบหลักที่ด้านทานการรับแรงในรูปแบบต่างๆของการจราจรของแอสฟัลต์ โดยจะด้านทานในรูปของแรงเสียดทานภายในระหว่างอนุภาคย่อยของมวลรวมและความสามารถในการยึดเกาะกับยางแอสฟัลต์ จากข้อกำหนดของกรมทางหลวงในเรื่องคุณสมบัติและขนาดคละของมวลรวมที่จะใช้ผสมกับยางแอสฟัลต์นั้น ได้กำหนดขนาดคละที่เหมาะสมรวมทั้งคุณสมบัติทางด้านกายภาพของวัสดุมวลรวมที่เชื่อว่าน่าจะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดของส่วนผสม ดังคุณสมบัติเบื้องต้นของมวลรวมดังแสดงในภาคผนวก ข จากสำนักทางหลวงที่ 4 พิษณุโลก โดยมีจุดประสงค์ที่จะใช้เพื่อการออกแบบส่วนผสมตามวิธีการของมาร์แชลเป็นหลัก จากการศึกษาเมื่อพิจารณาตามข้อกำหนดของ Superpave ในด้านของขนาดคละ ข้อกำหนดของ Superpave จะมีการกำหนดเพิ่มเติมในส่วนขนาดคละที่ต้องห้าม (Restricted zone) เพื่อป้องกันการยุบตัวถาวรของก้อนตัวอย่าง ซึ่งเมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับข้อกำหนดของกรมทางหลวง จากการศึกษาพบข้อกำหนดขนาดคละของกรมทางหลวงสามารถนำไปใช้ได้กับข้อกำหนดขนาดคละของ Superpave ดังผลที่แสดงในรูปที่ 4.3 โดยขนาดคละที่ออกแบบไม่ทับกับขนาดคละต้องห้ามของ Superpave แต่อย่างไรก็ตามลักษณะที่เกิดขึ้นนี้อาจจะไม่เสมอไป โดยถ้าจะ

ออกแบบมวลรวมตามข้อกำหนดของ Superpave ทุกครั้งจะต้องออกแบบไม่ให้มีขนาดละเอียดห้ามตามข้อกำหนดทุกครั้ง ในส่วนของคุณสมบัติอื่นๆของมวลรวมตามข้อกำหนดของ Superpave นั้นการศึกษานี้ยังไม่ได้ครอบคลุมถึงเนื่องจาก มีขอบเขตที่กว้าง โดยจะต้องพิจารณาถึงชนิดของหินของมวลรวมด้วยว่าเป็นชนิดใด เช่น แกรนิต หินปูน ฯลฯ โดยในการศึกษานี้จะพิจารณาถึงขนาดละเอียดของมวลรวม และคุณสมบัติที่จะต้องนำไปออกแบบส่วนผสม เช่น ความถ่วงจำเพาะของวัสดุเป็นหลัก โดยสรุป จากการศึกษา มวลรวมตามข้อกำหนดของกรมทางหลวงเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ตามวิธีการของมาร์แชล สามารถที่จะนำไปใช้ได้กับการออกแบบ Superpave แต่ต้องไม่ได้ขนาดละเอียดเข้าไปในส่วนขอบเขตต้องห้ามของ Superpave

5.3 การออกแบบส่วนผสม

การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ในการศึกษานี้ได้ใช้ยางแอสฟัลต์ AC 60-70 ในการออกแบบส่วนผสมทั้งของมาร์แชลและSuperpave จากการศึกษาพบว่าการออกแบบตามวิธี Superpave จะใช้ยางแอสฟัลต์ในปริมาณที่ต่ำกว่ายางแอสฟัลต์ที่ได้จากการออกแบบส่วนผสมแบบมาร์แชลเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 4.7 แต่อย่างไรก็ตามการออกแบบทั้งสองวิธียังอ้างอิงอัตราส่วนทางปริมาตรของส่วนผสมเป็นหลัก โดยมีเป้าหมายอยู่ที่ อัตราส่วนช่องว่าง Void Ratio ของก้อนตัวอย่างหลังการบดอัด เป็นหลัก ทั้งนี้ทั้งสองวิธียังพิจารณา VMA และ VMF ร่วมด้วยในการพิจารณาปริมาณยางแอสฟัลต์ที่เหมาะสม แต่สิ่งที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนของการออกแบบทั้งสองวิธีก็คือการบดอัดก้อนตัวอย่าง โดยวิธีการของมาร์แชลนั้นจะทำการบดอัดแบบปกติตามข้อกำหนด ส่วนการบดอัดตามวิธีการของ Superpave นั้นจะต้องใช้เครื่องบดอัดพิเศษที่เรียกว่า Gyratory compactor ในการบดอัด โดยลักษณะการบดอัดนี้ไม่เป็นการบดอัดแบบกระทุ้งธรรมดาเหมือนมาร์แชล แต่จะมีการนวด (Kneading) ก้อนตัวอย่างให้แน่น โดยเชื่อว่าการบดอัดก้อนตัวอย่างตามวิธีการของ Superpave นี้จะเป็นการบดอัดก้อนตัวอย่างในห้องปฏิบัติการที่เหมือนกับการบดอัดในสนาม ถึงแม้ว่าจะสามารถที่จะบั่นก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์ที่มี void ratio เท่ากันแต่พลังงานที่ใช้ในการบดอัดก้อนตัวอย่างนั้นไม่เท่ากัน และเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางว่าการบดอัดโดยใช้ Gyratory compactor นั้นดีกว่าการบดอัดแบบมาร์แชล แต่อย่างไรก็ตามที่น่าสังเกตว่า สำหรับประเทศไทยการที่จะให้เปลี่ยนแปลงมาใช้ในการบดอัดก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์ในขั้นตอนการออกแบบโดย Gyratory compactor นั้นอาจจะมีความเป็นไปได้ต่ำเนื่องจากเครื่องบดอัดดังกล่าวมีราคาสูงมากเมื่อเทียบกับเครื่องบดอัดธรรมดาตามมาตรฐานของมาร์แชล

5.4 การเปรียบเทียบความสามารถของก้อนตัวอย่างจากผลการทดลอง

แม้ว่าการออกแบบ Superpave ยังไม่ได้มีข้อกำหนดในการทดสอบเพื่อประเมินความสามารถของก้อนตัวอย่าง แต่เมื่อนำก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์ที่ได้จากการออกแบบตามวิธี Superpave มาทดสอบกับก้อนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการออกแบบมาร์แชลดังผลแสดงในตารางที่ 4.8 สามารถที่จะสรุปได้ว่าก้อนตัวอย่างตามวิธีการ Superpave มีความสามารถในการต้านทานการจราจรและสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าก้อนตัวอย่างตามวิธีการมาร์แชล แต่อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองเป็นเพียงแค่ผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการที่สามารถควบคุม องค์ประกอบและสภาพแวดล้อมให้เป็นไปตามข้อกำหนด ซึ่งจะมีลักษณะที่แตกต่างจากสภาพจริง ซึ่งมีการแปรปรวนขององค์ประกอบต่างๆที่ส่งผลถึงความสามารถของแอสฟัลต์ในสภาพจริง ๆ ในถนน เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และสภาพการจราจร ดังนั้นข้อสรุปในหัวข้อนี้สามารถใช้ได้กับผลในห้องทดลองเท่านั้น

5.5 ข้อเสนอแนะ

แม้ว่าผลจากการศึกษานี้พบว่าก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์ที่ได้จากวิธี Superpave จะมีความสามารถที่ดีกว่าก้อนตัวอย่างแบบมาร์แชล และใช้ยางน้อยกว่า แต่เมื่อต่อข้อถามที่ว่าถึงเวลาที่จะเปลี่ยนแปลงแปลงไปใช้การออกแบบตามวิธีการของ Superpave หรือยังสำหรับประเทศไทย คำตอบอาจจะต้องมีการศึกษาถึงความเหมาะสมเพิ่มเติมอีกหลายประการ โดยต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในด้านการปฏิบัติงานรวมด้วย เนื่องจากวิธีการของ Superpave มีข้อกำหนดที่เพิ่มขึ้นหลายอย่าง แต่ที่น่าจะส่งผลกระทบมากต่อการก่อสร้างถนนในประเทศไทยก็คือ ข้อกำหนดของยางแอสฟัลต์ จากการศึกษาจะพบว่ายางแอสฟัลต์ชนิด AC60-70 ที่ใช้กันอยู่ในประเทศไทยไม่สามารถที่จะใช้ได้ในระบบของ Superpave เมื่อพิจารณาถึงสภาพอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดของประเทศไทย ประเด็นนี้เป็นประเด็นที่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการก่อสร้างถนนของประเทศไทยจะต้องหันมาให้ความสนใจอย่างจริงจัง เนื่องจากเกี่ยวข้องกับชีวิตและความเป็นอยู่ของคนส่วนใหญ่ที่ใช้ถนนและงบประมาณจำนวนมหาศาล สำหรับการก่อสร้างและซ่อมแซมถนนของประเทศไทยในแต่ละปี

Outputs จากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนจาก สกว.

1. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ
งานวิจัยตามโครงการนี้คาดว่าจะได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร *Scientific Research and Essay Journal*; <http://www.academicjournals.org/sre/>
ซึ่งในขณะนี้ได้ดำเนินการส่ง Manuscripts เพื่อผ่านขั้นตอนการ Reviews เพื่อจะตีพิมพ์ในวารสารนี้ในปี 2555 (รายละเอียดในภาคผนวก)
2. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์
เชิงนโยบาย (มีการกำหนดนโยบายอิงงานวิจัย/เกิดมาตรการใหม่/เปลี่ยนแปลงระเบียบข้อบังคับหรือวิธีทำงาน)

ในขั้นตอนการใช้ประโยชน์ของ outputs ที่ได้จากงานวิจัยโครงการนี้อาจจะกล่าวให้ถึงในเชิงนโยบาย เนื่องด้วยการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์ในประเทศไทยในขณะนี้ มีเพียงข้อกำหนดเดียวที่ได้จาก Marshall Mix design และมีการนำไปใช้ทั่วทั้งประเทศไทย จากข้อสรุปของโครงการนี้พบว่า การนำ Superpave ไปใช้ในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์สำหรับประเทศไทยน่าจะให้ผลที่ดีกว่า ดังนั้น ถ้าหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิ กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท จะนำไปริเริ่มในการใช้จริง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงระเบียบข้อกำหนดในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์สำหรับประเทศไทยในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. กฤษณะ จันทโรชิต, 2551, คุณสมบัติการต้านทานการเปลี่ยนรูปแบบอย่างถาวรของวัสดุแอสฟัลต์ที่ผสมกับหินแกรนิตโดยการเตรียมชั้นในห้องปฏิบัติการ, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
2. ชัยธวัช พรหมศร, ธนศักดิ์ ไผ่กระโทก, เสกชัย อนุเวชศิริเกียรติ, พรชัย ศิริมย์ และ ณรงค์ นุ่มกรรณ์, 2546, การประเมินคุณสมบัติของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้งานอยู่ในประเทศไทยโดยใช้ข้อกำหนดของซูเปอร์เพฟ, รายงานฉบับที่ วพ. 205 สำนักงานวิจัยและพัฒนางานทางกรมทางหลวง, กรุงเทพฯ.
3. ธันวิน สวัสดิ์สานต์, เสกชัย อนุเวชศิริเกียรติ, นวพล พรหมจรรย์ และจตุพร ทิพย์ทอง, 2551, การสำรวจสภาพความเสียหายและหาสาเหตุของความเสียหายหลักของถนนลาดยางในประเทศไทย, รายงานฉบับที่ วพ.261, สำนักงานวิจัยและพัฒนางานทางกรมทางหลวง, กรุงเทพฯ.
4. นภัสพร อนันตชัยพงศ์, คุณสมบัติต้านทานการเปลี่ยนรูปแบบอย่างถาวรของวัสดุแอสฟัลต์ที่ผสมกับหินปูนโดยการเตรียมชั้นในห้องปฏิบัติการ, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
5. ทวีช ชอบพานิช, การเปรียบเทียบคุณสมบัติของแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด AC60-70 เกรด 40/50 และ โพลีเมอร์โมดิฟายด์แอสฟัลต์ โดยวิธีการทดสอบตามมาตรฐานซูเปอร์เพฟ, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
6. วชิรินทร์ วิทยกุล, 2547, การออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตซูเปอร์เพฟ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
7. สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง, กรมทางหลวง, 2539, มาตรฐานงานทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete or Hot – Mix Asphalt) ที่ ทล.-ม. 408/2532, กรุงเทพฯ.
8. สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง, กรมทางหลวง, 2539, วิธีการทดลองแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Marshall ที่ ทล.-ท. 604/2517, กรุงเทพฯ.
9. สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง, กรมทางหลวง, 2539, ข้อกำหนด Specification for Asphalt Cement ที่ ทล.-ก. 401/2531, กรุงเทพฯ.
10. สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง, กรมทางหลวง, 2539, ข้อกำหนด Specification for Asphalt Cement ที่ ทล.-ก. 408/2536, กรุงเทพฯ.

11. Asi, I. M., 2006, Performance evaluation of SUPERPAVE and Marshall asphalt mix design to suit Jordan climatic and traffic conditions. Construction and Building MATERIALS, 21(2007), 1732-1740.
12. Asphalt Institute, 1997, Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing, Superpave Series No. 1 (SP-1), USA.
13. Asphalt Institute, 1997, Superpave Mix Design, Superpave Series No.2 (SP-2), USA.
14. Highway Maintenance. (2007). Retrieved June, 2007, from <http://www.highwaysmaintenance.com/>
15. Jitsangiam, P.,2007, Asphalt-teaching materials of CE Mat.267, Curtin University of Technology.Unpublished manuscript, Perth Australia.
16. Lyman Ott, 1988, An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis, Boston, USA.
17. Pavement Interactive. ,2007,. Superpave mix design. Retrieved 30 June, 2007, from <http://pavementinteractive.org/>
18. Washington Department of Transportation, WSDOT Pavement Guide อ้างอิงจาก Website
“http://training.ce.washington.edu/wsdot/Modules/03_materials/pg_table.htm”

ภาคผนวก ก

บทความสำหรับเผยแพร่

academicJournals

OPEN ACCESS JOURNALS

[home](#) [about us](#) [journals](#) [search](#) [contact us](#)

Scientific Research and Essays

PEER - REVIEWED

SRE Home
About SRE
Submit Manuscripts
Instructions for Authors
Editors
Call For Paper
Archive
Faculty 1000
Conferences
Associations

**Current Issue: 16 December, 2011**[Submit Article](#)
[Join Our Editorial Team](#)

CONFERENCES

The Inaugural Pacific Rim Energy & Sustainability Congress, Hiroshima, Japan, 6 Aug 2012

5th International Conference on Integrated Systems, Design and Technology (ISDT), Kuala Lumpur, Malaysia, 6 Jul 2012

2nd International Conference on Cloud Computing and Services Science (CLOSER), Porto, Portugal, 18 Apr 2012

[See more conferences](#)

ASSOCIATIONS

- Association for Scientific Research
- Malaysian Scientific Association
- National Association of Scientific Materials

[See more associations](#)[Advertise on SRE](#) | [Terms of Use](#) | [Privacy Policy](#) | [Help](#)

© Academic Journals 2002 - 2011

An Evaluation of the suitability of SUPERPAVE and Marshall Asphalt Mix Designs as they relate to Thailand's climatic conditions

*P. Jitsangiam^{*ab}, A.Thongchai^c, S.Chummuneerat^d, and H.Nikraz^a*

^aCurtin University, Australia; ^bRajamangala University of Technology Lanna, Thailand; ^cChiang Mai University, Thailand; ^dThe Department of Highways, Thailand

**Corresponding author*

Abstract:

The most commonly used asphalt mix design in Thailand still relies on the Marshall Mix design procedure which is empirical in its nature, in the sense that it is based on data produced by experiment/observation rather than "in-field" data. As a result of this, the Marshall Mix design procedure gives rise to substantial drawbacks regarding the replication of the real or actual behaviour of asphalt during the construction phase and in actual in service conditions.

The Strategic Highway Research Program (SHRP) has developed the Superior Performance asphalt Pavements (SUPERPAVE) mix design procedure which shifts to a large degree, away from the empiricism of the Marshall Mix design to prove a more reliable and responsive solution to actual pavement conditions.

In this research, a comprehensive evaluation of the locally available aggregate (that is usually utilised in asphalt mixtures in Thailand) was carried out to ascertain whether the material is able to conform to the new SUPERPAVE mix design requirements.

A performance grading map was generated to cover the study area, namely the North part of Thailand, according to the highest and lowest temperature ranges that the asphalt might be subjected to. Using local materials, and considering loading and environmental conditions, a comparative study of the performance of two mixes, designed by using SUPERPAVE and Marshall Mix design procedures, was carried out in this research.

Samples from both mixes were prepared in line with the designs, and asphalt contents and aggregate gradations were subjected to comprehensive mechanical evaluation testing. These tests included Marshall Stability, Loss of Marshall Stability, Indirect Tensile Strength, Loss of Indirect Tensile Strength, Resilient Modulus, and Creep. In all of the tests performed - under Thailand climatic conditions - the SUPERPAVE mixes proved their superiority over the Marshall mixes.

Keywords: SUPERPAVE; Marshall; Asphalt mix design; Asphalt binders; Performance Grade asphalt

1. Introduction

1.1 Background

The significant properties found in asphalt mixes for flexible pavement surfacing are those of stability, durability, flexibility and skid resistance. Conventional Hot Mix Asphalt (HMA) design methods aim to determine the optimum asphalt content where an asphalt layer performs satisfactorily, particularly with respect to stability and durability. There are many mix design methods used throughout the world including the Marshall Mix design method, Hubbard-Field mix design method, Hveem mix design method and the Asphalt Institute Triaxial method of mix design. Of these, only two are widely implemented, namely the Marshall Mix design method and the Hveem mix design method (Bahia 2004). In Thailand, the Marshall Mix design procedure (ASTM D 1559) (American Society for Testing and Materials; ASTM 1997) is used for designing asphalt concrete mixes.

In general terms, Thailand's road pavement construction is based on the Thailand National Standard, which has been set up to equal the best international standards with respect to AASHTO and ASTM standards. However, in recent years in Thailand, premature damage of pavements has become evident after only a short period in service. This may be attributed to an increase in the harshness of environmental conditions, and an increase in heavy traffic loading; the latter being brought about by high demand for road transport occurring from the rapid and recent economic growth of Thailand. Furthermore, the continuing use of the Marshall Mix design procedure for asphalt mixtures has contributed to premature pavement deterioration.

Not only is the Marshall Mix procedure limited by its empirical or experimental nature, shortcomings in predictive accuracy are also evident. The procedure is not able to effectively determine the full effects of crucial variables, such as changes in both environmental and loading conditions. In addition, the procedure lacks reliability in producing evidence regarding the effects of the type of material (and its properties) upon pavement performance.

Furthermore, the Marshall Mix design is not appropriate as an application for mixes with a high degree of shear susceptibility. Additionally, the simply compaction method, in accordance with the Marshall Mix protocol, does not effectively simulate the densification that occurs in real pavement under traffic loading (Roberts, Mohammad et al. 2002). Due to these and other drawbacks, the procedure was withdrawn from the American Standard Testing Procedures in 1998 (American Society for Testing and Materials; ASTM 2000).

Due to the above outcome, many countries still relying on the Marshall Mix design have been urged to adopt more accurate and up-to-date mix design and evaluation procedures. Recent research and development efforts in the Strategic Highway Research Program (SHRP) have focused on the establishment of performance-based asphalt binder and asphalt mix specifications (Brown, Kandhal et al. 2001;

Roberts, Mohammad et al. 2002). The main objective of the SHRP Asphalt Program has been to develop a mixture design method that incorporates a performance-based asphalt binder specification and an accelerated performance-based test. The product designed by the new mixture design system is now known as SUPERPAVE (SUperior PERformance PAVements).

Investigative projects launched by the Bureau of Highway Research and Development, Department of Highways (DOH), found that rutting was the main cause of premature damage in Thai road pavements. This rutting resulted from excessive deformations in asphalt and its underlying layers due to the deficiency of pavement materials (including asphalt). Heavy traffic loads, increasing traffic volume and relatively severe weather conditions were also contributors. As a result, the DOH has initiated research projects to improve pavement design procedures and pavement material, particularly asphalt. These improvements will also have the effect of standardising the behaviour of the properties in the material.

The projects, conducted in collaboration with Thai universities, carried out preliminary research on the properties and performance of asphalt mixed aggregates, adhering to SUPERPAVE mix design procedures. Subsequent to this, the DOH performed further tests, and produced a summary of all test results for all asphalts and aggregates in Thailand. All the tests were performed following DOH testing protocols and some of supplement tests. However, the DOH projects need further support and development in order to enhance current knowledge and to create new knowledge around the implementation of SUPERPAVE in Thailand.

The research project detailed in this paper was funded by the Thailand Research Fund (TRF) through the "TRF Research Career Development Grant (2008-2010)", a scheme, which aims to support researchers, strengthen institutions and motivate universities or host institutions to increase their investment in supporting research. This paper presents part of the above research project which proposes an appropriate asphalt mix design and selection of asphalt binder type to suit Thailand's climatic conditions.

1.2 Project objectives and scopes

The purpose of the project is to produce a successful and reliable asphalt mix design of Hot Mix Asphalt (HMA) for application in the construction of Thailand's road pavement. This design would replace current inadequate designs and should eliminate associated instability attributable to asphalt binder characteristics, unsuitable aggregate gradation, ineffective compaction methods, and unreliable performance tests.

The project should lead to an improved HMA mix design and result in a cost-effective and highly reliable design. To achieve these objectives, the research aims are to:

- Characterise commonly used asphalt binders in Thailand with respect to the Performance Grade (PG-grade) system of the SUPERPAVE mix design.
- Construct a pavement temperature map of North Thailand (termed "the study area") for asphalt binder selection.

- Introduce the SUPERPAVE mix design to Thailand, based on the study area results.
- Compare the performance of asphalt samples produced from the SUPERPAVE and Marshall mixes.

This research project used as the study area, the North part of Thailand, comprising 15 provinces; Chiang Mai, Chiang Rai, Kamphaeng Phet, Lampang, Lamphun, Mae Hong Son, Nan, Pha Yao, Phetchabun, Phichit, Phitsanulok, Phrae, Sukhothai, Tak, Uttaradit.

1.3 Current situation of asphalt binder testing in Thailand

The current tests used to characterise asphalt binders in Thailand still rely on traditional testing methods, and these attempt to identify only the physical properties (i.e. penetration, viscosity and ductility) of asphalt binders. Generally, these tests are performed at a default standard test temperature. The results of these tests are usually used to evaluate whether the material complies with the specification criteria. However, there are significant limitations regarding the tests and these can be summarised as follows:

- The most current standard tests are still empirical (i.e., based on data produced from experiment and observation) and therefore the test results per se cannot fully represent or replicate the actual performance of pavement in situ.
- The tests exhibit shortcomings with regard to demonstrating the actual material properties of pavement. For example, in the field, pavement is exposed to a wide range of temperatures and the property of viscosity is only evident at high temperatures. As the traditional tests currently in use only employ a default standard test temperature, viscosity cannot be accurately measured.
- The current asphalt classification system cannot distinguish between performances of a number of asphalt binders within the same asphalt group. The system only demonstrates the range in similarity of the physical properties of the material.
- These properties can only be realistically evaluated, and differences in performance demonstrated, under exposure to a wide range of temperature conditions, as found in the field.

1.4 The SUPERPAVE mix design

In 1987, due to the drawbacks found in both asphalt binder and mix specifications, the US congress supported a five year research program of the Strategic Highway Research Program (SHRP) to improve the performance and durability of US roads and to enhance the safety of motorists. Some of the research funds were used for the development of performance-based asphalt specifications which would correspond more directly to those based on laboratory analysis and field performance (Federal Highway Administration; FHWA 1995). A bi-modal grading system, based on rational performance indices, was established for both low temperature and high temperature pavement service.

Thus, the precise grade could be selected to accommodate the need to control low-temperature cracking, rutting, or both, for a particular construction area. In addition, the specifications would assist in addressing certain aspects of fatigue cracking (Cominsky, Huber et al. 1994). For a given type of asphalt binder to satisfy the performance criteria for a given temperature regime, it must satisfy the SHRP performance tests requirements, and these are required to be conducted at designated temperatures.

The evaluation of the suitability of a given asphalt binder to a certain area is based on the range of area temperatures (average seven-day maximum pavement design temperature and the minimum pavement design temperature), required reliabilities, traffic levels and speeds. The asphalt binder's rheological properties relate to both high-temperature distresses i.e., rutting and shoving, and low-temperature distress cracking specifications. These are required in order to satisfy a certain threshold value at the temperature regime in which the binder is expected to serve.

The SHRP established SUPERior PERforming Asphalt PAVement (SUPERPAVE) to greatly improve the performance of asphalt under severe conditions such as temperature variations, traffic growth and changing environments. The SUPERPAVE design system consists of three interrelated parts:

1. A performance graded (PG) asphalt binder specification, and tests based on the pavement temperature range of a design area.
2. A mixture design system which employs both a volumetric mixture design with a SUPERPAVE gyratory compactor and an analysis/performance prediction element [4]. An SGC (1.25°, 30 gyration/min and 0.6 MPa ram pressure for 150 mm mould) is used for the evaluation of the volumetric properties and strength of compacted mixes (Anderson 1993).
3. An evaluation of the asphalt sample(s) performance.

1.4.1 Performance Graded Asphalt Binder Specification (PG Grade)

SUPERPAVE uses an improved system for testing, specifying, and selecting asphalt. The physical property requirements within the specifications are constant among all PG grades. What differentiates the various binder grades is the temperature at which the requirements must be met. For example, a binder classified as PG 64-22 means the binder must meet high-temperature physical property requirements, up to a temperature of at least 64°C; low temperature physical properties must be met down to at least -22°C. These physical properties are directly related to field performance, thus the greater the first (high) temperature value is, the more resistant the binder should be to high temperature distresses such as rutting or shoving. Likewise, the lower the second (low) PG temperature value is, the more resistant the binder should be to low temperature cracking. The high and low temperature designations extend in both directions as far as necessary, in six-degree increments, making the number of possible grades almost unlimited. The more common paving grades used in the US are PG 64-22, PG 70-22, PG 76-22, PG58-22, PG 64-28, PG 58-28, and PG 52-34.

The temperature analysis for the PG-Grade of asphalt binders in US was based on a database of temperature information from over 7,000 weather stations in the US and Canada, to allow users to select binder grades for the climate at a particular project location (Asphalt Institute 2001). For each year that the weather stations had been in operation, the hottest seven-day period was identified, and the average maximum air temperature of this seven-day period was calculated. For all the years of operation, the mean and standard deviation of the seven-day average maximum air temperature was calculated. Similarly, the one-day minimum air temperature of each year was identified, and the mean and standard deviation were calculated. Weather stations with less than 20 years of data were not used.

As the design temperatures used for selecting asphalt binder grades are based on pavement temperatures, the air temperatures from the weather stations databases must be converted into pavement temperatures. For surface layers, SUPERPAVE specifies the locations for the high pavement design temperature to be at a depth 20 mm below the pavement surface, and the low pavement design temperature is to be taken at the pavement surface. A simulation of asphalt deterioration during construction and service conditions is required before characterisation of asphalt performances can be carried out, and this is done by using new test protocols e.g., Rolling Thin Film Oven Test, Pressure Ageing Vessel Test and the Modulus test using a Dynamic shear rheometer. For certain PG grades, variation of testing temperatures during the tests is used based on the design location.

1.4.2 SUPERPAVE Mix Design

The SUPERPAVE design mainly used volumetric properties for the mix design, similar to the Marshall method. The design air void was approximately 4%. The main differences between these two methods are as follows:

- Asphalt specimens for SUPERPAVE were prepared using the Gyratory compactor instead of the Marshall compactor.
- The number of blows in compaction varied with design traffic and the average maximum temperature in a design location.

1.4.3 Testing Requirements

Asphalt samples were prepared and subjected to performance tests e.g. Moisture Sensitivity, Indirect Tensile Strength, Resilient Modulus, Permanent Deformation and Fatigue Performance. Testing requirements were classified at 3 levels, based on design traffic volume:

- Volumetric Mix Design for traffic 10^6 ESALs.
- Intermediate Analysis for traffic 10^7 ESALs.
- Complete Analysis for traffic greater than 10^7 ESALs.

The SUPERPAVE specifications covered the selection and evaluation of proper asphalt binders in accordance with the PG-Grade system, specifications and testing method for aggregate and appropriate asphalt mix design procedures. Restricted zones for aggregate gradation which might lead to rutting were indicated in the specifications. The asphalt mix was designed based on the volumetric properties of asphalt specimens compacted by the Gyratory compactor.

Supplementary performance tests were required for design traffic greater than 10 million EASL, to determine whether the mix design could meet the high performance requirements of material under such high traffic. SUPERPAVE specifications for asphalt binders, aggregate gradations and number of compaction blows for preparing the specimen were specified, in order to prevent rutting characteristics. Higher density and strength are requirements for mixes at higher temperature sites and/or where there is greater traffic volume. This averts rutting due to compaction during the early service period (secondary compaction). In summary, performance tests, according to SUPERPAVE requirements must always be conducted to ascertain the suitability of the material to its purpose.

In this research, a performance grading map showing the required asphalt binder grades for the different provinces in the study area was generated. Representative aggregate and asphalt samples were collected and proposed. A comprehensive evaluation of the collected materials was carried out to ensure that these materials conformed to the SUPERPAVE mix design procedures, and that area-specific conditions of traffic and environment were taken into consideration.

Marshall and SUPERPAVE mix design procedures were carried out using the collected asphalt binders and aggregate samples. Comparison between the two mix design procedures included optimal asphalt content, aggregate gradation, and the mixes' mechanical performance. The mechanical performance testing and evaluation consisted of Marshall Stability, Loss of Marshall Stability, Indirect Tensile Strength, Loss of Indirect Tensile Strength, Resilient Modulus, and Creep Performance.

2. Experimental program and research methodology

2.1 Material Characteristics

Two main materials of HMA mix design - aggregates and asphalt binders, were collected and characterised according to the DOH testing procedure. This process was carried out according to the Thailand national standard for asphalt binder characteristics and the SUPERPAVE recommended evaluation tests.

2.1.1 Asphalt binders

The asphalt binder types of AC60-70, in accordance with the DOH specifications, were selected for this study because they are the most commonly used asphalt binders in Thailand for normal HMA mixes and the high quality HMA mix of AC60-70 and Polymer Modified Asphalt (PMA), respectively. The samples of such asphalt binder types were collected from the asphalt refinery plant in Bangkok, Thailand. Physical evaluation of the collected asphalt samples was conducted to assure that its significant properties complied with the DOH specifications for fresh binders and treated binders after the Thin Film Oven (TFO) treatment, which accelerates the asphalt binder's ageing process. The evaluation included Flash Point, Rotational Viscosity at 135°C, Rotational Viscosity at 165°C, Penetration at 25°C, Specific Gravity at 25°C, Ductility at 25°C, Softening Point, Penetration of Residue, Weight Loss on Heating. After the national specifications of asphalt binders were met, the selected asphalt binders were then characterised following the SUPERPAVE protocol, with Dynamic Shear Rheometer (DSR) testing of fresh samples and aged samples, after Rolling Thin Film Oven (RTFO) treatment and the Pressure Ageing Vessel (PAV) test, at different test temperatures.

2.1.2 Aggregates

The aggregate selected for the laboratory work was crushed limestone obtained from the Phitsanulok province, to be used as the aggregate representative for the entire study. Physical evaluation of the collected aggregate samples was conducted. These tests included Coarse and Fine Aggregate Angularity, Flat/Elongated Particles measurement, Sand Equivalency, Coarse and Fine Aggregate Specific Gravity and Absorption tests, and the Los Angeles Abrasion test. The selected aggregate gradation was carried out in accordance with DOH specifications. The recommended gradation for the national HMA mix design relied on the Marshall Mix design protocol.

2.2 Temperature analysis

Minimum and seven-day consecutive maximum air temperature data from different weather stations located in every province in the North Part of Thailand, (the study area) was collected from the Northern Meteorological Centre, Chiang Mai, Thailand, where all weather data of all targeted provinces was kept. A set of the minimum and seven-day consecutive maximum air temperatures from 1996 to 2010 was collected for the temperature-based analysis of this study. The collected air temperature data was converted into pavement temperatures (in order to select asphalt binder grades), and these were analysed to generate the temperature zoning map for a study area. For the surface layers, the SUPERPAVE design defined the location for high pavement design temperature at a depth 20 mm below the pavement surface, and the low pavement design temperature was to be taken at the pavement's surface. Long Term Pavement Performance Program [LTPP] Bind software was employed to convert the air temperatures into pavement temperatures for this study.

2.3 HMA mix design

The Marshall Mix design (ASTM D1559) (American Society for Testing and Materials; ASTM 1997) and SUPERPAVE mix design (AASHTO TP4) (Asphalt Institute 2001) protocols were used for the HMA mix design, based on the utilisation of local Thai materials of asphalt binders and aggregates. For both mixes, The DOH specifications, which are the recommended gradations for heavy traffic wearing courses, were followed in optimising the aggregate grading characteristics. These traditional aggregate gradation characteristics of HMA design were evaluated as to whether they complied with the suggested range of aggregate grading characteristics according to the SUPERPAVE gradation optimisation procedure.

2.4 Performance tests

Two sets of samples were prepared using the same compaction procedure, i.e., using the gyratory compactor at 4% air voids. The first set of samples was compacted using the designed gradation characteristics following the DOH specification recommended gradation. The samples were compacted at the optimum asphalt content obtained from the Marshall Mix design procedure. The second set was compacted using the optimal gradation and asphalt content obtained from the SUPERPAVE design procedure. The performance of both mixes was evaluated in terms of Marshall Stability, Loss of Marshall Stability, Indirect Tensile Strength, Loss of Indirect Tensile Strength, Resilient Modulus, and Dynamic Creep.

3. Results and discussion

3.1 Characterising the materials used in this study

Table 1 lists the asphalt binder classification tests and the results of the tests performed. The results of the tests indicate that the tested asphalt binder can be graded as AC 60/70 penetration asphalt according to AASHTO M 20 specifications.

To find the performance grade of the used asphalt cement according to SHRP binder performance specification (AASHTO MP1) (Roberts, Mohammad et al. 2002), the Dynamic Shear Rheometer (DSR) testing of fresh and treated samples was conducted at different test temperatures, (after the Rolling Thin Film Oven and Pressure Ageing Vessel processes). It was found that the performance grade of the asphalt was PG 64-10 (Table 1). Therefore, this asphalt met both the high temperature property requirements, at least up to a temperature of 64°C and low-temperature physical property requirements of at least -10°C (Asphalt Institute 2001).

Table 1. Properties of the asphalt binder used in the study

Tests	Criteria	Test results
Flash point	230°C min*.	312
Rotational viscosity@135°C	3 Pa.s max*.	0.678
Penetration	60-70	65
Specific Gravity@25°C	1.01-1.06	1.016
Ductility@25°C	100 min	138
Softening point, C	48-56	52
Penetration of residue,% original	54 min	63
Weight loss on heating,%	0.8 max	0.46
G*/sinδ@64°C(fresh), kPa	1.0 min	1.666
G*/sinδ@64°C(RTFO), kPa	2.2 min	3.885
G*/sinδ@64°C(PAV), MPa	5.0 max	1.442

*min=minimum; max=maximum

SUPERPAVE requirements for aggregate properties are based on both consensus and source properties. Consensus properties comprise coarse aggregate angularity, fine aggregate angularity, flat and elongated particles and clay content. Consensus property levels of acceptance depend on traffic level and the depth of the layer below the surface. Source properties include toughness, soundness, and how deleterious the materials are, and they depend upon the source specification limits.

Table 2 shows the aggregate properties found from this study. The results indicate that the used aggregate meets both the consensus properties and source of the DOH specification regarding property requirements for high traffic volumes, regardless of depth.

Table 2. Properties of the aggregate used in the study

Tests	Criteria	Test results
Coarse aggregate angularity	90/100% min*	100/100%
Fine aggregate angularity	45% min	46%
Flakiness index,%	35% max*	43%
Elongation index,%	5% min	12%
Sand equivalent	45 min	65
Coarse aggregate specific gravity	n/a	2.438
Coarse aggregate absorption	n/a	1.3%
Fine aggregate specific gravity	n/a	2.506
Fine aggregate absorption	n/a	4%
Mixed aggregate specific gravity	n/a	2.483
Abrasion loss (500 Rev),%	40% max	23%
Abrasion ratio (100/500),%	25% max	16%

*min=minimum; max=maximum

3.2 Temperature zone of the study area

When utilising SUPERPAVE specifications of PG-grade, pavement temperature becomes a major factor for grading an asphalt binder, and comprehensive weather investigation, which has been conducted in the US and Canada, where SUPERPAVE is widely used, is essential. However, new countries that wish to adopt the SUPERPAVE mix design have to investigate and construct temperature data for the PG-grade of asphalt binders used in a particular construction area.

In this study, the weather data from 15 weather stations distributed across every province of the North part of Thailand; the study area, was collected. Collected data covered only 11 years (from 2000 to 2010) of continuous temperature recording available in the study area. This did not meet the SUPERPAVE requirements, in that 20-years of temperature data is required. However, this was all the data available from the study area. The gathered air temperature data was analysed to obtain the yearly minimum recorded air temperature and the yearly average consecutive seven-day maximum air temperature, in addition to recording the standard deviations of both temperatures.

Table 3 shows the calculated average air temperatures and standard deviations from all provinces in the study area. In addition, Table 3 shows the calculated pavement high and low temperatures to a factor of 95% reliability. Ninety-five per cent of the reliability level was used in this conversion (Table 3). Reliability is the probability in a single year that the actual temperature (one day low or seven-day high) will not exceed the design temperature. A higher reliability demonstrates a lower risk. The selection of degree of reliability depends on road class, traffic level, binder cost and availability (Asphalt Institute 2001).

Figure 1 exhibits the temperature zones of the study area in accordance with the PG-grade of light traffic (less than 10M ESALs). It was found that two asphalt grades were required for the study area. PG 70 -10 was found to be suitable for most areas of the study area and only Phichit province required the asphalt to be of PG 64-10 grade. Selected high temperature asphalt grades had to be shifted one or two grades up for slow or standing loads. In addition, high temperature grades had to be shifted up in case of extraordinarily high numbers (higher than 30M ESALs) of heavy traffic loads (Asphalt Institute 2001).

It is of significant note that since a local asphalt binder grade of AC60-70 was PG 64-16, as shown in Figure 1, it could be used in all parts of the study area, except Phichit where PG64-10 was preferable (see Figure 1). In these areas, the local asphalt binder had to be modified to shift its grade to PG 70-10. In steep climbing lanes, those areas where heavy trucks reduce speed, the required asphalt grade needed to be adjusted by one extra grade. Therefore, the required grades were of PG 76-10 and PG 82-10 for medium (10M – 30M ESALs) and high (more than 30M ESALs) traffic. To reach to these grades, local asphalt had to be modified using polymers.



Figure 1 Temperature zone of asphalt binder selection for the study area (modified from www.chiangmai-digest.com)

Table 3 Temperature investigation of the study area

Province	Latitude	Air Temperature				95% Reliability of Max-Min values			Pavement Temperature		PG-Grade (by traffic) (Million ESALs)		
		Max	SD _{airmax}	Min	SD _{airmin}	Max. Temp	Lower bound	Upper bound	Max	Min	<10	10-30	>30
Chiang Rai	19°55'	36.9	0.645	8.0	2.320	36.5	37.4	9.6	64.9	8.0	70-10	76-10	82-10
Mae Hong Son	19°16'	40.4	1.241	8.5	1.846	39.5	41.2	9.7	68.2	8.5	70-10	76-10	82-10
PhaYao	19°10'	37.9	0.724	8.6	2.355	37.5	38.5	7.0	65.6	8.6	70-10	76-10	82-10
Chiang Mai	18°48'	38.5	1.088	8.5	2.658	37.9	39.3	6.8	66.2	8.5	70-10	76-10	82-10
Nan	18°47'	39.4	0.777	7.5	2.486	38.9	39.9	5.8	66.8	7.5	70-10	76-10	82-10
Lamphun	18°30'	39.8	1.149	9.5	2.124	39.1	40.6	8.1	67.3	9.5	70-10	76-10	82-10
Lampang	18°17'	40.7	0.600	9.5	2.248	40.3	41.1	8.0	67.7	9.5	70-10	76-10	82-10
Phrae	18°09'	39.3	0.683	10.6	2.184	28.9	39.8	9.1	66.4	10.6	70-10	76-10	82-10
Uttaradit	17°38'	39.3	0.663	12.9	2.045	38.8	39.7	11.6	66.1	12.9	70-10	76-10	82-10
Sukhothai	17°01'	39.6	0.823	12.1	1.838	39.1	40.2	10.8	66.3	12.1	70-10	76-10	82-10
Phichit	16°26'	34.4	1.148	12.1	4.306	33.8	35.6	9.2	61.7	12.1	64-10	70-10	76-10
Tak	16°53'	40.9	1.07	5.9	2.279	40.2	41.7	4.4	67.7	5.9	70-10	76-10	82-10
Phitsanulok	16°49'	38.6	0.698	12.7	1.709	38.1	39.0	11.5	65.1	12.7	70-10	76-10	82-10
Phetchabun	16°25'	39.4	0.750	10.7	2.201	38.9	39.9	9.2	65.8	10.7	70-10	76-10	82-10
KamphaengPhet	16°28'	38.9	0.555	13.2	0.555	38.6	39.4	11.9	65.3	13.2	70-10	76-10	82-10

3.3 Marshall Mix design (ASTM D1559)

The Marshall asphalt concrete mix design procedure is the most commonly used asphalt mix design procedure in Thailand, (ASTMD1559 by 4 inches in diameter samples). Utilisation of the DOH aggregate grading specification is recommended to determine the optimum mixed aggregate characteristics for the Marshall design used in Thailand. The Marshall Mix design procedure used was the method for determining the optimum asphalt content. The optimum asphalt content selected resulted from the mix of several trial mixes, providing the targeted air voids of a compacted standard sample as 4%. In this study, the optimum asphalt content was 5.20% of total mix by mass. At the obtained optimum content, Marshall Stability, flow, voids filled with asphalt, and voids in mineral aggregate values were determined.

3.4 SUPERPAVE mix design (AASHTO TP4)

SUPERPAVE uses volumetric analysis for the mix design within the three main steps in the testing and analysis processes. The selection of a design aggregate structure is performed and the optimum asphalt content is chosen for the selected structure. The evaluation of moisture sensitivity of the design mixture follows last.

Due to the gyratory compactor being introduced to the SUPERPAVE mix design, the number of gyratory compactor gyrations needed to be specified to compact the asphalt test sample(s) of trial mixes. The number of gyrations depended upon both average design high air temperature and design ESALs. In this study, a traffic level of between 10 and 30 million ESALs was selected, within the range of the warm air temperature of the overall study area of 43-44°C. Consequently, the recommended number of gyrations are, $N_{\text{initial}} = 9$ gyrations, $N_{\text{design}} = 135$ gyrations, and $N_{\text{maximum}} = 220$ gyrations, and these levels of gyration were utilised consistently in all sample preparations of SUPERPAVE trial mixes in the study. The initial trial asphalt binder content for the three blends was estimated to be 4.96%. Two specimens from each trial blend were compacted using the SUPERPAVE Gyratory Compactor (SGC).

Table 4 shows the results of the tested samples, in addition to the required estimated properties (VMA, VFA, %GMM at N_i , and Dust Proportion) at the estimated asphalt content, to achieve 4% air voids at N-design.

A unique gradation characteristic for mixed aggregates for SUPERPAVE is suggested for the restricted zone (RZ) (see Figure 2) to prevent the rutting effect of SUPERPAVE mixes. SUPERPAVE mix design requires the gradation of the optimum mixed aggregate not passing through the RZ zone. In this study, the commonly used gradation for the Marshall Mix design, recommended by the DOH specification, was trialled and found to comply with the SUPERPAVE mix design criteria as shown in Figure 2.

However, it should be noted that this result is relevant to this study only and it cannot yet be generalised to, or serve as a recommendation for the Thailand mix design. Where SUPERPAVE is employed, it is necessary to redetermine the optimum mix aggregate gradation to comply with SUPERPAVE gradation specifications. In addition to this, in this study, the SUPERPAVE recommended asphalt content is 5.0%, which is lower than the Marshall design recommended optimum asphalt content for the same gradation.

Table 4. Properties of the SUPERPAVE mix trial for 4% air void at N_{design}

Initial AC%	Estimated properties to achieve 4% air void at N_{design}								
	AC%	VMA%	Spec.	VFA%	Spec.	%Gmm @Ni	Spec.	Dust Prop.	Spec.
4.96	5	14.3	13min	72.38	65-75	86.3	89max	0.91	0.6-1.2

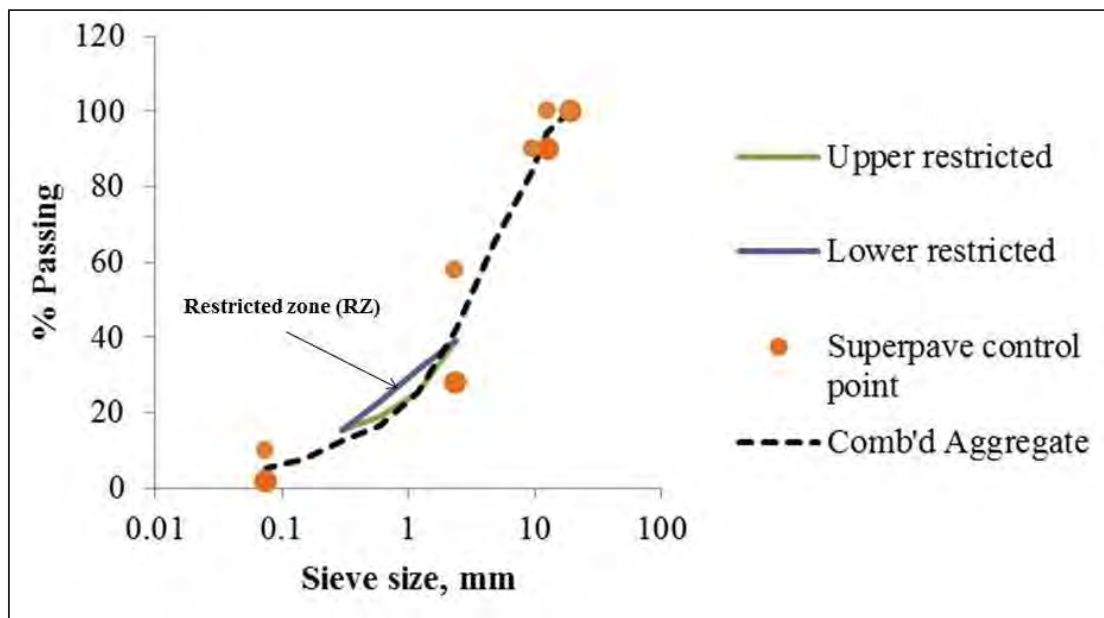


Figure 2. Gradation characteristics of the mixed aggregate used in this study

3.5 Performance evaluation of SUPERPAVE and Marshall mixes

The comparison of the performances of both the Marshall and SUPERPAVE mix design procedures was made at this stage of the study. The test samples were prepared at the obtained optimum mix design asphalt contents for both procedures (i.e., AC 5.2% of Marshall and AC 5.0% of SUPERPAVE), using the same gradation characteristics of local DOH specifications for the recommended gradation of the Marshall samples.

The compaction of test samples was performed in according to AASHTO TP4, using the gyratory compactor for SUPERPAVE and ASTM D1559, and using the 75-blow

Marshall compactor for the Marshall procedure to achieve the targeted 4% air voids for both methods. The test samples were subjected to a comprehensive mechanical evaluation testing program, comprising Marshall Stability, Loss of Marshall Stability, Indirect Tensile Strength, Loss of Indirect Tensile Strength, Resilient Modulus, and Dynamic Creep Performance.

3.5.1 Marshall stability and loss of Marshall Stability (ASTM D1559)

Six samples from each mix were immersed in a water bath at a temperature of 60°C. After 30 minutes of immersion in the bath, the first three samples from each mix were tested for Marshall Stability. The second three samples were tested for Marshall Stability after 24 hours immersion.

Table 5 shows the results of the tested samples. The results demonstrate that the SUPERPAVE bath samples show higher Marshall Stability than the Marshall samples, this being true for both the initial stability values and wet stability values. In addition, the SUPERPAVE samples demonstrated a lower level of loss of Marshall Stability than the Marshall samples. The superiority of SUPERPAVE samples over Marshall samples is attributable to the improved aggregate structure, lower asphalt content and lower dust proportion of the SUPERPAVE samples.

Table 5. Marshall Stability test results

Sample #	Marshall samples			SUPERPAVE samples		
	Stability(N)	Wet stability (N)	%Loss	Stability(N)	Wet stability (N)	%Loss
1	13,498	9,526		18,776	14,446	
2	13,676	9,348		18,532	14,352	
3	13,559	9,446		18,663	14,788	
Average	13,578	9,440	31%	18,657	14,529	22%

3.5.2 Indirect Tensile Strength (ITS) and loss of ITS (AASHTO T-283)

The ITS value of an asphalt sample indicates the tensile resistance of an asphalt layer in a multi-layer system of road pavements. Furthermore, the stripping resistance (water susceptibility) of both asphalt concrete mixes can be evaluated by the decrease in the loss of indirect tensile strength (ITS) after immersion in water for 24 hours at 60°C, in accordance with the AASHTO T-283 test procedure.

Table 6 illustrates the ITS and the loss of ITS in this study. The obtained results (Table 6) indicate that the average loss in strength due to water damage is lower in the SUPERPAVE samples than in the Marshall samples. In addition, the ITS loss value for SUPERPAVE samples was 16%, which is within the 20% allowable loss limit specified in the SUPERPAVE specifications (Cominsky, Huber et al. 1994). In addition, Table 6 indicates that both SUPERPAVE ITS and wet ITS samples show higher ITS values than both values of Marshall samples.

Table 6. Indirect Tensile Strength (ITS) test results

Sample #	Marshall samples			SUPERPAVE samples		
	ITS(kPa)	Wet ITS (kPa)	%Loss	ITS(kPa)	Wet ITS (kPa)	%Loss
1	812	594		1,248	1,001	
2	805	586		1,263	1,103	
3	822	578		1,256	1,063	
Average	813	586	28%	1,256	1,056	16%

3.5.3 Resilient modulus tests, MR (ASTM D 4123)

Resilient modulus is the most important input parameter of the new mechanistic pavement structure design. It represents the cyclic pavement response in terms of dynamic stresses and their relation to recoverable strains. Three samples from each mix were placed in two positions for the diametrical resilient modulus (MR) test at 40°C. Table 7 shows the obtained MR values for all the tested mixes. It indicates that SUPERPAVE mixes have a higher diametric resilient modulus than Marshall mixes.

Table 7. Resilient modulus test results

Sample #	Marshall samples			SUPERPAVE samples		
	MR@1st (MPa)	MR@2nd (MPa)	Average (MPa)	MR@1st (MPa)	MR@2nd (MPa)	Average (MPa)
1	322	318	320	683	691	687
2	316	321	319	672	662	667
3	333	328	331	680	651	666
Average			323			673

3.5.4 Dynamic Creep test (AS 2891.12.1)

The Dynamic Creep test is used to evaluate the rutting potential of asphalt mixes (Brown, Kandhal, and Zhang 2001). It is suggested that rutting is a repeated creep mechanism developed under sinusoidal loading pulses (Clyne and Marasteanu 2004). The test is conducted by applying a static load to an asphalt specimen and measuring the resultant permanent deformation (Brown, Kandhal et al. 2001). The Dynamic Creep specimen tests were performed in accordance with the Australian Standard AS 2891.12.1 – 1995: Determination of permanent compressive strain characteristics of asphalt – Dynamic Creep test. The asphalt specimen briquettes from the resilient modulus test were re-used to conduct the Dynamic Creep test. Table 7 shows the comparison of the Dynamic Creep test results of both mixes and it shows that all the values of SUPERPAVE mix samples were far superior to those of the Marshall Mix samples. Figure 3 shows the results of the Dynamic Creep test.

4. Conclusions

This study was conducted to evaluate the possibility of implementing Superior Performance asphalt Pavement (SUPERPAVE) mixture specifications in Thailand with adjustments for compatibility with local specific materials, traffic and environmental conditions. A comparison study was carried out on local materials in order to design the asphalt mixes, using both the Marshall and SUPERPAVE mix design procedures. Performance of both mixes was evaluated. Based on the findings of the experimental results, the following main conclusions can be drawn:

1. In general, the Performance Grade (PG-Grade) of the commonly used asphalt binder in Thailand, AC 60-70, is PG 64-10.
2. The temperature zoning map produced for the study area, the North of Thailand, resulted in the development of two general grade zones of PG 64-10 and PG 70-10.
3. Locally produced asphalt binders (i.e., AC 60-70) cannot be used without the need for modification in all parts of the study area, i.e., the grading requires the shifting up of levels by one or two higher PG-Grades. In practice, superior quality asphalt binders and/or polymer modification techniques would be required.
4. The local aggregate meets both SUPERPAVE consensus properties and source properties.
5. Locally used aggregate gradations are suitable in that they accord with the SUPERPAVE mix design procedure.
6. The SUPERPAVE mix design procedure is recommended for local environmental and loading conditions, as it requires a lower asphalt content than that predicted by the Marshall Mix design procedure. This finding may explain the causes behind bleeding asphalt concrete surfaces and some of the distresses commonly found in local asphalt structures.
7. SUPERPAVE mixes showed far superior performance to Marshall mixes.
8. This study's findings cannot necessarily be applied to all commonly used asphalt binders in the Thailand road network following the SUPERPAVE specifications, in that some adjustments are necessary. Despite these adjustments, the SUPERPAVE mixture specifications prove far superior to those of the Marshall Mix design procedure. Therefore it is the recommendation of this study that the SUPERPAVE mix design procedure be adopted (with adjustments as required) to replace the Marshall Mix design procedure.

Table 8. Dynamic Creep test results

Mix Type	Spec. No.	Comp. Stress (kPa)	Cycles to Acc. Strain of 10 000 ($\mu\epsilon$)	Cycles to Acc. Strain of 30 000 ($\mu\epsilon$)	Min. Slope ($\mu\text{m/m/c}$)	Acc. Strain at min. slope ($\mu\text{m/m/c}$)	Test Temp. ($^{\circ}\text{C}$)
Marshall	1	201.6	912	4930	3.611	20366	50.0
	2	197.7	933	4095	3.638	12368	49.9
	3	199.9	1056	4458	3.526	14950	50.4
SUPERPAVE	1	202.4	1170	6205	2.917	22457	50.1
	2	199.4	1492	3835	2.888	14586	49.9
	3	198.7	1691	5774	2.821	12129	50.0

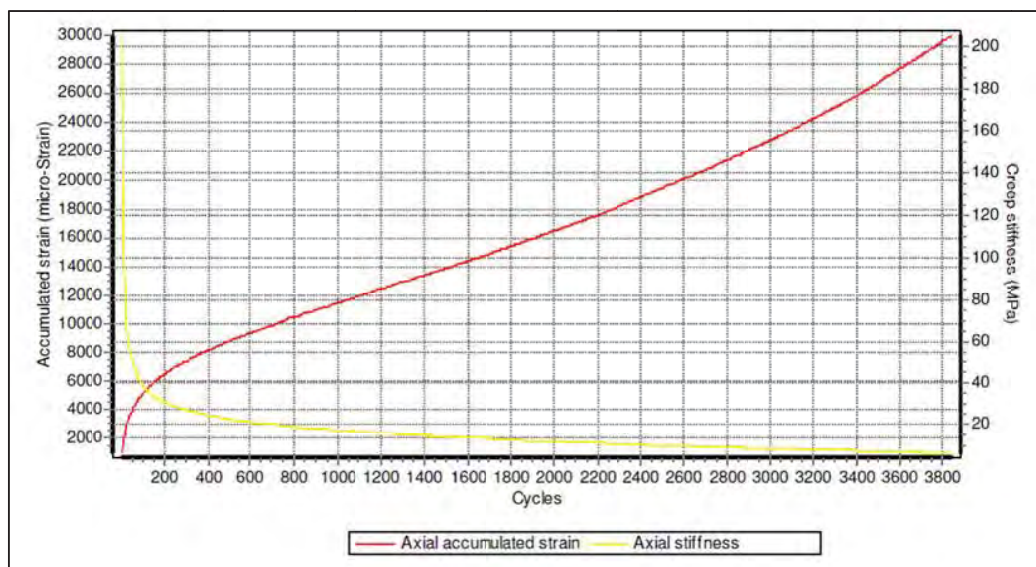


Figure 3 Example of the dynamic creep test results

Acknowledgements

The authors wish to express their gratitude to the Thailand Research Fund (TRF) scheme of *"TRF Research Career Development Grant (2008-2010)-MRG5280105"*, Office of the Higher Education Commission, and Rajamongala University of Technology for their financial support in this research. Special thanks are extended to the North Thailand Meteorological Centre for providing weather data information. In addition the team would like to extend their appreciation to Dr Tunwin Svasdisant

of the Department of Highway (DOH) –Thailand, and Curtin University Australia for their valuable laboratory and technical support.

References

- American Society for Testing and Materials ;ASTM (1997). Standard test methods. West Conshohocken, PA, ASTM. 4.03.
- American Society for Testing and Materials ;ASTM (2000). Standard test methods. West Conshohocken, PA, ASTM. 4.03.
- Anderson, R. M. (1993). SUPERPAVE level 1 mixture design example. A first look at volumetric mix design in the SUPERPAVE system. Lexington, KY, Asphalt Institute Research Center.
- Asphalt Institute (2001). Superpave Mix Design Series No. 2 (SP-2). Lexington, KY, Asphalt Institute Research Center.
- Bahia, H. (2004). Bibliographies for physical properties of asphalt cement. Washington, DC., National Research Council.
- Brown, E. R., P. E. Kandhal, et al. (2001) "Performance Testing for Hot Mix Asphalt. National Center for Asphalt Technology."
- Brown, R., P. Kandhal, et al. (2001). Performance testing for hot mix asphalt. Alabama, National Center for Asphalt Technology.
- Clyne, T. R. and M. O. Marasteanu (2004) "Inventory of Properties of Minnesota certified Asphalt Binders."
- Cominsky, R. J., G. A. Huber, et al. (1994). The Superpave mix design manual for new construction and overlay. Washington, DC, National Research Council.
- Federal Highway Administration ;FHWA (1995). Background of SUPERPAVE asphalt mixture design and analysis. Washington, DC., US Department of Transportation.
- Roberts, F., M. Mohammad, et al. (2002). "History of hot mix asphalt mixture design in the USA." Journal of Material in Civil Engineering 14(4): 279-293

Re: Ms Number: SRE-11-2205 Jitsangiam et al

Scientific Research and Essays (SRE) [sre.research.journal@gmail.com]

Sent: Monday, 12 December 2011 7:06 PM

To: Peerapong Jitsangiam

Scientific Research and Essays

www.academicjournals.org/SRE

Authors: Jitsangiam et al

Title: An Evaluation of the suitability of SUPERPAVE and Marshall Asphalt Mix Designs as they relate to Thailand's climatic conditions.

Dear Dr. Jitsangiam,

Your manuscript has been received by the Editorial Office of the **Scientific Research and Essays**. The decision letter and evaluations of the review will be sent to you as soon as we receive them.

Fees and Charges: There are no page charges or extra charges for color photographs.

Corresponding authors are charged a \$550 handling fee.

Kindly send names and email address of four possible reviewers of which one from your home country but not in the same institution and other 3 from other foreign country (s) for your manuscript.

Please note that we only receive payment after manuscripts have been reviewed and accepted for publication.

Thank you for sending your manuscript to the Scientific Research and Essay.

Best regards,

Dr. M. Sivakumar

Editor

Scientific Research and Essays

E-mail: sre.acadjourn@gmail.com
<http://www.academicjournals.org/SRE>

ISSN 1992-2248

(IMPACT FACTOR 0.44)

Please always quote the MS number in all correspondence.

On Mon, Dec 12, 2011 at 2:52 AM, Peerapong Jitsangiam <P.Jitsangiam@curtin.edu.au> wrote:

Dear Sir,

I would like to submit the manuscript for SRC. Hope it would be favourably considered in short period of time.

Best Regards,

Dr Peerapong Jitsangiam(Tops)

BEng MEng PhD(Curtin)

Senior Lecturer | Department of Civil Engineering

Curtin University

Tel | [+61 8 9266 4527](tel:+61892664527)

Fax | [+61 8 9266 2681](tel:+61892662681)

Email | p.jitsangiam@curtin.edu.au

Web | <http://curtin.edu.au>



Description: Description: email_logo.png

Curtin University is a trademark of Curtin University of Technology.
CRICOS Provider Code 00301J (WA), 02637B (NSW)

ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบ

หมวดรวม

สำนักวิชาและตรงจุด

อันติบทดลองที่ 4 - A - (154) / 3- วันที่รับตัวอย่าง 10 มี.ค. 52 วันที่ทดลอง 11 มี.ค. 52 เจ้าหน้าที่ทดลอง มาณะ คชสิทธิ์
เจ้าของตัวอย่าง หก. สุนัขพรวัดการโยธา หนังสือที่ สทล.4 บท.พิษณุโลกที่ 2.1/3/046 สัญญาที่ คค.0618.7/พล.2/1/2552
ทางสาย 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลยพิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุดรดิต์ (กม. 68+200)

Job - Mix Formula for Hot - Mix Design สำหรับชั้น Wearing Course (มาตรฐานที่ ทล.ม. - 408 / 2532)

คุณสมบัติทั่วไป :

1. ออกแบบโดยวิธี Marshall Test 75 blow
2. อัตราส่วน Aggregate สำหรับ Hot Mix Design Gradation และ Tolerant Gradation ที่ออกแบบไว้ได้แบบมาพร้อมนี้
3. ได้แบบกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % Asphalt Cement (by wt. Of Agg.) กับ Density, Stability, Flow, Air %, V.M.A. และ % Voids filled with Asphalt Cement
4. Bulk Sp. Gr. of Mixed Aggregate = 2.683
5. Sp. Gr. of Asphalt Cement = 1.02
6. Asphalt Absorption by wt. of Aggregate = 0.27 %

คุณสมบัติควบคุม :

1. ให้ใช้ปริมาณยาง Asphalt Cement (60 - 70 pen.) = 5.20 % (tolerance +/- 0.30 %) by wt. of Agg.
2. ความแน่นของการบดทับ Asphalt Concrete ต้องไม่น้อยกว่า 98 % ของความแน่นเฉลี่ยประจำวันของ Marshall Compaction ที่ทดลองในห้อง Lab สนาม
3. ค่า Marshall Stability ที่ทดลองประจำวัน จะต้อง ไม่น้อยกว่า 2200 lb
4. ค่า Marshall Flow (1/100") ที่ทดลองประจำวัน ต้องอยู่ระหว่าง 11 - 13 Meas. 1/100"
5. ถ้า Gradation ของ Mixture ผิดไปจาก Job Mix Formula จนออกจาก Tolerant Gradation เนื่องจากเหตุใดก็ตาม และทำให้คุณสมบัติ แตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ จะต้องออกแบบส่วนผสมใหม่ หรือปรับปรุงส่วนผสมที่ออกแบบไว้เดิม หรือถ้าผู้ควบคุมงานเห็นว่า Job Mix Formula ที่ออกแบบไว้ไม่เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงในสนาม เนื่องจากสาเหตุใดก็ตาม จะต้องออกแบบส่วนผสมใหม่ หรือปรับปรุงส่วนผสมที่ออกแบบไว้เดิม
6. ถ้าปริมาณยางแอสฟัลท์ผิดไปจาก 5.20 +/- 0.30 % ให้นำวัสดุแอสฟัลท์คอนกรีต แปลงที่มีปริมาณยางผิดไปนั้น ออกเสีย แล้วรายงานให้ สำนักฯ ทราบ พร้อมดำเนินการแก้ไข

ข้อแนะนำ :

ทางแอสฟัลท์คอนกรีต ที่มีปริมาณยางแอสฟัลท์ที่ถูกต้องแทนต่อไป

ข้อบังคับ :

Effective Compaction Temperature ของ Asphalt Concrete อยู่ระหว่าง 170 - 180 C หรือประมาณภายใน 1 ชั่วโมง หลังจาก Pave

1. ยาง Prime Coat หรือ Tack Coat จะต้องแห้งสนิทก่อนลง Asphalt Concrete
2. ถ้าจำเป็นต้องงาสาทราบปิดทับ Prime Coat ด้วยสาเหตุใดก็ตาม จะต้องทาสาทราบออกจนหมด และยาง Prime Coat จะต้องแห้งสนิท โดยให้ของแข็งของผิว Prime Coat
3. ถ้าเกิดรอย Crack ขึ้นบน Base Course เนื่องจากทรายก่อสร้างเสร็จแล้ว เปิดการจราจรทั้งวัน จะต้องก่อสร้างแก้ไขชั้น Base Course ให้ถูกต้องก่อนลงชั้น Surface
4. ถ้าชั้น Base Course เกิดเป็นหลุมบ่อหรือแอ่งเนื่องจากสาเหตุใดก็ตาม จะต้องทำการ Patching หรือ Leveling ด้วย Hot Mix แล้วกดทับให้แน่นก่อนลงชั้น Surface

หมายเหตุ :

ผลการทดลองเจ้าของงานเป็นผู้วินิจฉัย
(นาย/ศาสตราจารย์ ดร. เวชชกร กิ่งแก้วกุล)

2. สำหรับงานก่อสร้างในสนาม เจ้าของงานเป็นผู้รับผิดชอบ

วิศวกรรมโยธาชำนาญการ

3. ผลการทดลองนี้ รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ สำนักทางหลวงที่ 4 (พิษณุโลก) ได้รับเท่านั้น

รักษากฎในตำแหน่ง วว.ทล.4

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

อันดับทดลองที่ ทล. 4 - A - (254) / 52

Asphalt Concrete ชั้น Wearing Course

โครงการฯ 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+200)

ระหว่าง กม. 62+750 - กม. 68+200

แหล่งวัสดุ โรงไม้หิน ตีลาบูตี่ อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์

Job - Mix Formula

Description	Lime or Cement	Hot bin 1			Hot Bin 2	Hot Bin 3	Hot Bin 4	Total
		Passing # 200	Retain # 200	Total				
Mix Proportion (%)	-	-	-	47	26	15	12	100
Bulk Specific Gravity	-	-	2.665	2.674	2.685	2.692	2.700	2.683
Appraent Specific Gravity	-	2.736	2.729	2.729	2.730	2.730	2.730	2.730
Effective Specific Gravity	-	-	-	-	-	-	-	-
Water absorption (%)	-	-	0.85	-	0.62	0.52	0.41	-
Flakiness Index (%)	-	-	-	-	-	-	-	-
Elongation Index (%)	-	-	-	-	-	-	-	-
Asphalt Absorption (%)	-	-	-	-	-	-	-	0.27
Los Angeles Abrasion (%)	Aggregate 3/4" = 28.3							
Soundness (% Wt.Loss)	Aggregate 3/4" = - Fine Aggregate =							
Sand Equivalent (%)	Fine Aggregate = 69 Sand = - Hot bin 1= 78							

		Mixture	Tolerant Limit
Design Asphalt Content	(By Weight of Aggregate)	5.20	+/- 0.3 %
Marshall Density	gm. / ml.	2.408	2.400 - 2.416
Marshall Stability	lbs.	2280	> 2200
Marshall Flow	0.01 in.	12.0	11 - 13
Marshall Stability / Marshall Flow	lbs. / 0.01 in.	190	> 169
Air Voids	%	3.6	2.9 - 4.3
Voids Filled with Aggregate	%	75	71 - 81
Voids in Mineral Aggregate	%	14.7	> 14
Strength Index	%	80.6	> 75
Percent Compaction > 98 % of Daily Marshall Compaction Density			

นาย ก้อง
(นายแพทย์พร เหลืองกัลยาณคุณ)
วิศวกรโยธาชำนาญการ
รักษาราชการในตำแหน่ง วว.ทล.4

อันดับทดลองที่ 154) / 52
 สัญญาที่ 0618.7/พล.2/1/2552
 แหล่งวัสดุ โรงไม้หิน คีลายูดี อ.ทองแสนขัน จ.อุดรธานี
 Plant หจก. สุนิสาอุสาหกรรมโยธา อ.ทองแสนขัน จ.อุดรธานี

โครงการ: งานจ้างเหมาทำการซ่อมทางผิวแอสฟัลต์
 ชนิดของวัสดุ Line Stone แอสฟัลต์คอนกรีต ชั้น Wearing Course

เจ้าหน้าที่ทดลอง

มานะ คชสิทธิ์

SIEVE SIZE	COLD BIN					HOT BIN					Comb'd	DESIRED	TOLERANT
	SAND	BIN 1	BIN 2	BIN 3	BIN 4	% PASSING	LIME / CEMENT	BIN 1	BIN 2	BIN 3	BIN 4		
1 1/2"													
1"													
3/4"				100						100	100	100	100
1/2"			100	56.2					100	97.4	53.9	80 - 100	89 - 99
3/8"		100.0	99.1	27.6				100	99.1	63.8	13.7	-	79 - 89
# 4		99.5	23.5	2.4				98.1	67.5	6.9	0.9	44 - 74	60 - 70
# 8		84.6	1.7					85.1	7.3	1.2		28 - 58	37 - 47
# 16		53.2						52.6	3.5			-	22 - 30
# 30		34.1						33.7	2.5			-	13 - 21
# 50		25.7						25.9	1.7			5 - 21	9 - 17
# 100		17.9						16.8				-	5 - 11
# 200		15.3						12.4				2 - 10	4 - 8

MIX PROPORTION	50	25	25	25	-	47	26	15	12
----------------	----	----	----	----	---	----	----	----	----

(นายแพทย์พร ให้องค์กัลยคุณ)
 วิศวกรโยธาชำนาญการ
 รักษากារในตำแหน่ง วว.ทค.4

สำนักวิศวกรรมตรวจสอบ

อันติบทดลองที่ ทล. 4 - A - (254) / 52

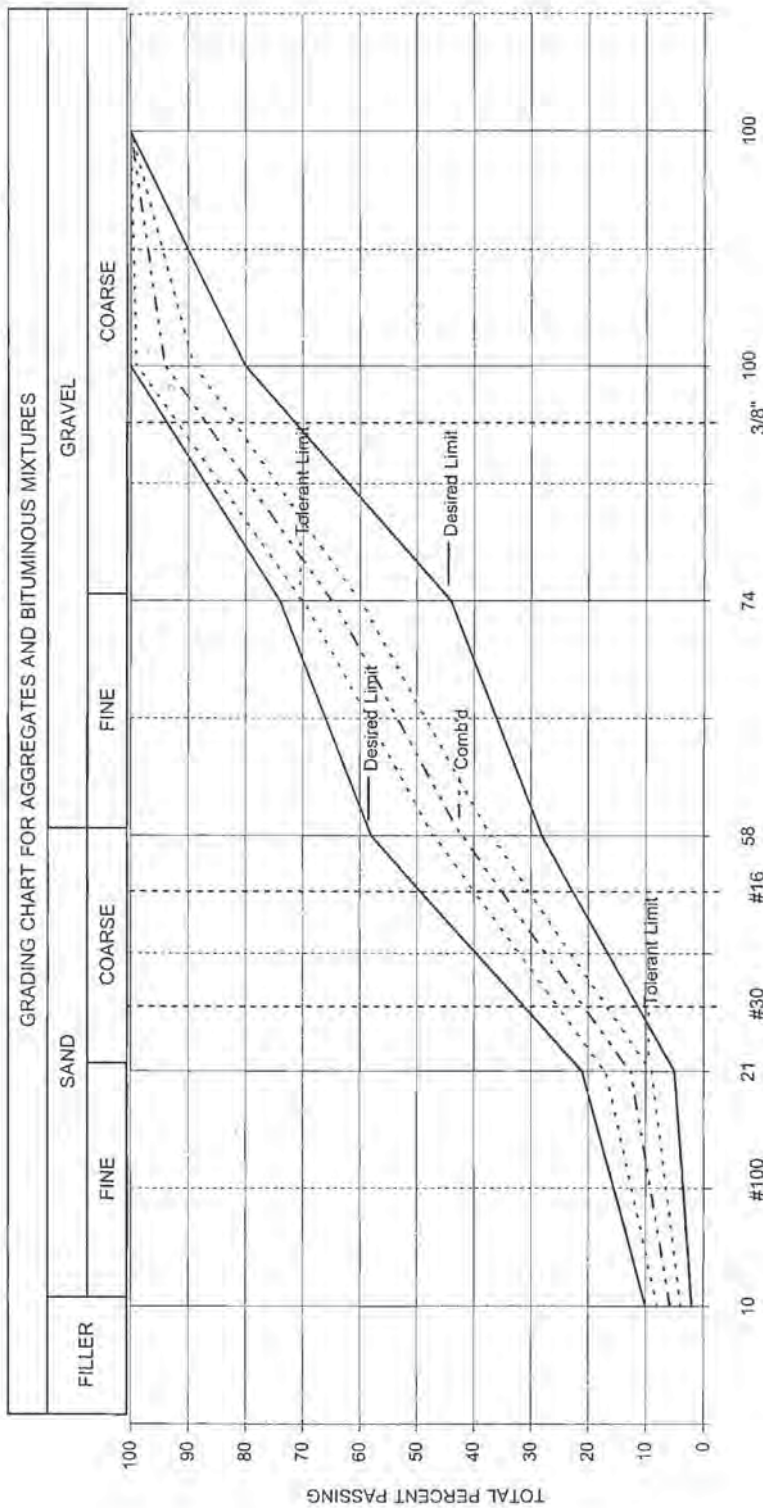
ชั้น Wearing Course

ทางสาย 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+200)

วันที่ทดลอง 11 มี.ค. 52

เจ้าหน้าที่ทดลอง

มานะ คชสิทธิ์



SIEVE SIZE - U.S. STANDARD SIEVE SERIES - SQUARES OPENINGS

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

โครงการ 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุดรธานี (กม. 68+200)

อันดับทดลองที่ ทล. 4 - A - (254) / 52

เจ้าหน้าที่ทดลอง

มานะ คชสิทธิ์

Specific Gravity of Hot Bin 1 Retained # 200 : GB = 2.665 ; GA = 2.729
 Passing # 200 : GA = 2.736
 Sp.Gr. Blend 100

$$\frac{(R\#200 / GB\#200) + (P\#200 / GA\#200)}{100}$$

$$= \frac{12.4/2.736 + 87.6/2.665}{100}$$

$$= 2.674$$

Specific Gravity of Hot Bin 2 Retained # 4 : GB = - ; GA = -
 Passing # 4 : GB = - ; GA = -
 Sp.Gr. Blend = 100

$$\frac{(R\#4 / GB\#4) + (P\#4 / GA\#4)}{100}$$

$$= -$$

LIME & CEMENT	Bin 1 (B1)	Bin 2 (B2)	Bin 3 (B3)	Bin 4 (B4)
Bulk Specific Gravity (GB.)	2.674	2.685	2.692	2.700
Apparent Specific Gravity (GA.)	2.733	2.730	2.730	2.730
Flakiness Index (F.I.)	-	-	-	-
Elongation Index (E.I.)	-	-	-	-
% Passing Sieve # 4 (P)	98.1	67.5	6.9	0.9
Mix Proportion (H)	47	26	15	12

Apparent specific Gravity Blend = 100

$$\frac{(CM / GA.CM) + (HB1 / GA1) + (HB2 / GA2) + (HB3 / GA3) + (HB4 / GA4)}{100}$$
 Blend GA. = 2.731
 Bulk specific Gravity Blend = 100

$$\frac{(CM / GA.CM) + (HB1 / GB1) + (HB2 / GB2) + (HB3 / GB3) + (HB4 / GB4)}{100}$$
 Blend GB. = 2.683
 Flakiness Index of Total Agg. = $\frac{FI.2 (100-P2) HB2 + FI.3 (100 - P3) HB3 + FI.4 (100 + P4) HB4}{(100 - P2) HB2 + (100 - P3) HB3 + (100 - P4) HB4}$
 = %
 Elongation Index of Total Agg. = $\frac{EI.2 (100-P2) HB2 + EI.3 (100 - P3) HB3 + EI.4 (100 + P4) HB4}{(100 - P2) HB2 + (100 - P3) HB3 + (100 - P4) HB4}$
 = %

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

กรมทางหลวง

อันดับทดลองที่ ทล. 4 - A - (254) / 52

ทางสาย 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+200)

หนังสือที่ สทล.4 บท.พิษณุโลกที่ 2.1/3/046

วันที่รับหนังสือ

15 ม.ค. 52

เจ้าของตัวอย่าง หจก. สุนิสาจุฬารัตน์การโยธา

วันที่ทดลอง 11 มี.ค. 52

เจ้าหน้าที่ทดลอง

มานะ คชสีห์

Specific Gravity Test

Sample Hot Bin I Passing # 200

Source หจก. สุนิสาจุฬารัตน์การโยธา อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์

Pycnometer No.

Container No.

Wt.Pycnometer + SSD.Sample

=

g

Wt.Container + Dry Sample

=

491.5 g

Wt.Pycnometer

=

g

Wt.Container

=

181.1 g

Wt.SSD.Sample

=

g

Wt.Dry Sample

=

310.4 g

Determination No. 1	1	2	3
Temperature (T) C	45	40	34
Density of water (Dt.) g/ml.	0.9902	0.9922	0.9944
Wt.Pycnometer + Water + Sample (W1) g	850.8	851.5	852.2
Wt.Pycnometer + Water (W2) g	653.2	654.2	655.1
Bulk Sp.Gr. (Oven - Dry Basis)			
GB. (t C) = $\frac{B \times Dt.}{A + W2 - W1}$			
GB. (30 C) = $\frac{GB. (t C)}{0.9957}$			
Apparent Sp.Gr.			
GA. (t C) = $\frac{B \times Dt.}{B + W2 - W1}$	2.725	2.723	2.724
GA. (30 C) = $\frac{GA. (t C)}{0.9957}$	2.737	2.735	2.736

Average GB. =

Average GA. = 2.736

% Absorption = $\frac{A - B}{B} \times 100$ =

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

กรมทางหลวง

อันดับทดลองที่ ทส. 4 - A - (2-14) / 1

ทางสาย 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+200)

หนังสือที่ สทล.4 บท.พิษณุโลกที่ 2.1/3/046

วันที่รับหนังสือ

15 ม.ค. 52

เจ้าของตัวอย่าง หจก. สุนิสาจุฬารัตน์การโยธา

วันที่ทดลอง 11 มี.ค. 52

เจ้าหน้าที่ทดลอง

มานะ คชสิทธิ์

Specific Gravity Test

Sample Hot Bin | Retained # 200

Source หจก. สุนิสาจุฬารัตน์การโยธา อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์

Pycnometer No.

Container No.

Wt.Pycnometer + SSD.Sample = 634.2 g

Wt.Container + Dry Sample = 637.4 g

Wt.Pycnometer = 174.0 g

Wt.Container = 181.1 g

Wt.SSD.Sample = 460.2 g

Wt.Dry Sample = 456.3 g

Determination No. 2	1	2	3
Temperature (T) C	45	40	34
Density of water (Dt.) g/ml.	0.9902	0.9922	0.9944
Wt.Pycnometer + Water + Sample (W1) g	956.2	956.9	957.1
Wt.Pycnometer + Water (W2) g	666.2	667.2	667.9
Bulk Sp.Gr. (Oven - Dry Basis) GB. (t C) = $\frac{B \times Dt.}{A + W2 - W1}$	2.655	2.655	2.653
	2.666	2.666	2.664
Apparent Sp.Gr. GA. (t C) = $\frac{B \times Dt.}{B + W2 - W1}$	2.717	2.718	2.715
	2.729	2.730	2.727

Average GB. = 2.665

Average GA. = 2.729

% Absorption = $\frac{A - B}{B} \times 100 = 0.85$

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

กรมทางหลวง

อันดับทดลองที่ ทล. 4 - A - (254) / 52

ทางสาย 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+200)

หนังสือที่ สทล.4 บพ.พิษณุโลกที่ 2.1/3/046 วันที่รับหนังสือ

15 มี.ค. 52

เจ้าของตัวอย่าง หจก. สุนิสาจุฬารัตน์การโยธา

วันที่ทดลอง 11 มี.ค. 52

เจ้าหน้าที่ทดลอง

มานะ คชสิทธิ์

SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF COARSE AGGREGATE

Sample HOT BIN II , III , IV Wearing Course

Source

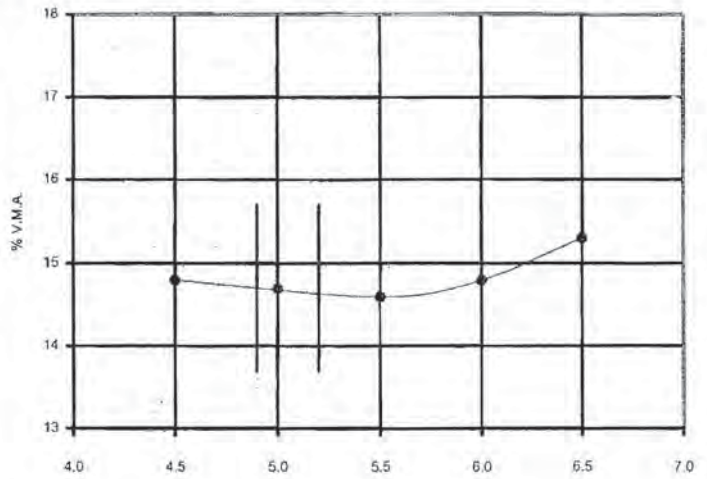
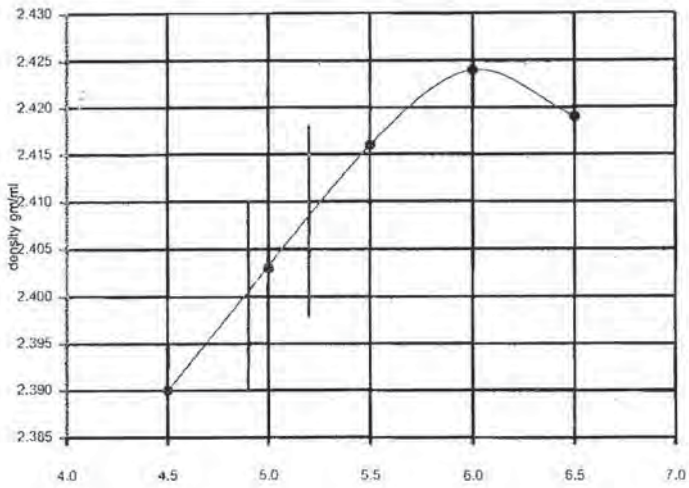
SAMPLE		Weight of sample			GB	GA	% Abs
		in oven-dry	in SSD.	immersed	A	A	(B-A)*100
		condition(A)	condition(B)	in water(C)	(B-C)	(A-C)	A
HOT BIN 2	No. 1	1050.2	1056.3	664.7	2.682	2.724	0.58
	No. 2	991.1	997.5	628.5	2.686	2.733	0.65
	No. 3	1031.4	1037.9	654.1	2.687	2.734	0.63
	No. 4						
	Total	3072.7	3091.7	1947.3	2.685	2.730	0.62

HOT BIN 3	No. 1	943.9	948.5	598.5	2.697	2.733	0.49
	No. 2	1011.0	1016.4	640.4	2.689	2.728	0.53
	No. 3	935.2	940.3	592.6	2.690	2.730	0.54
	No. 4						
	Total	2890.1	2905.2	1831.5	2.692	2.730	0.52

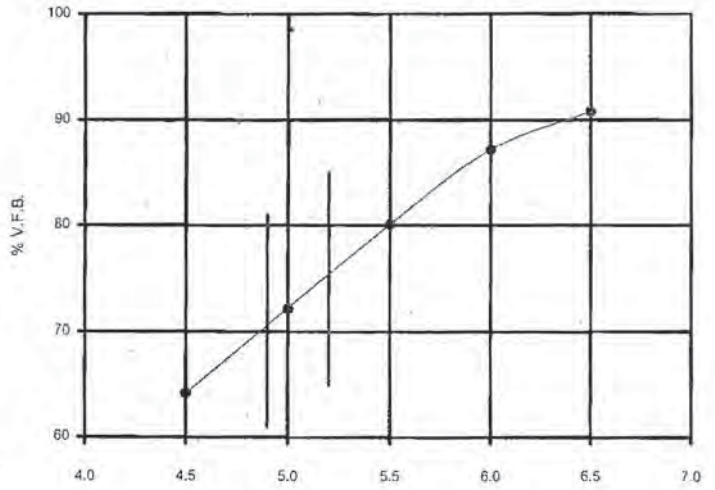
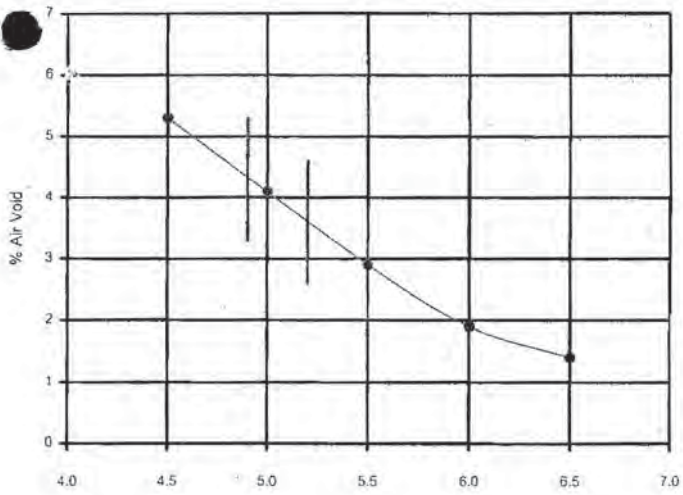
HOT BIN 4	No. 1	1171.3	1176.0	743.0	2.705	2.735	0.40
	No. 2	1139.8	1144.5	721.7	2.696	2.726	0.41
	No. 3	1174.5	1179.4	744.2	2.699	2.729	0.42
	No. 4						
	Total	3485.6	3499.9	2208.9	2.700	2.730	0.41

MARSHALL METHOD TEST

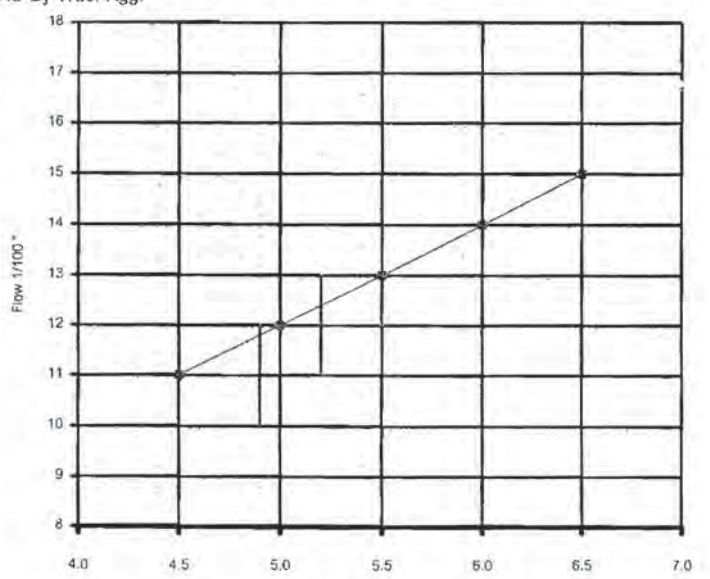
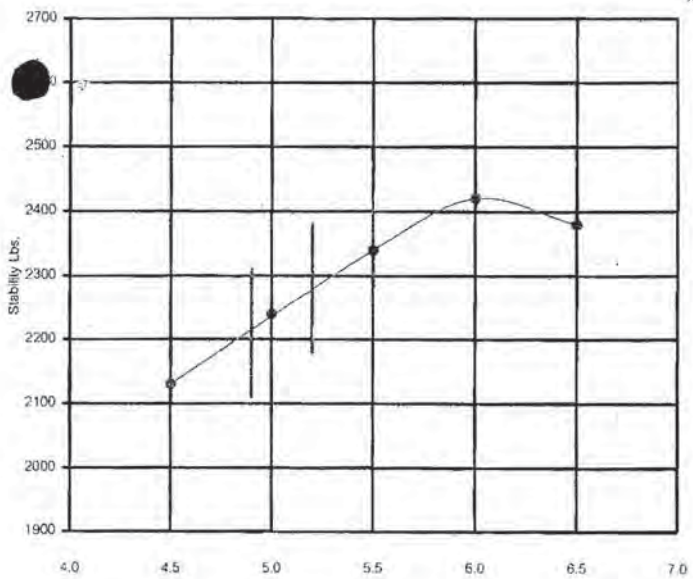
Project งานจ้างเหมาทำการซ่อมทางผิวแอสฟัลต์ แอสฟัลต์คอนกรีต ชั้น Wearing Course เจ้าหน้าที่ทดลอง มานะ คชสิทธิ์



% AC By Wt. of Agg.



% AC By Wt. of Agg.



% AC By Wt. of Agg.

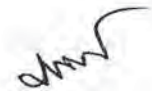
สำนักตรวจสอบและวิเคราะห์ทางวิศวกรรม กรมทางหลวง

๗.๘.๐๓

Hot mix design data by The Marshall Method

โครงการ งานจ้างเหมาทำการซ่อมทางผิวแอสฟัลต์

ผู้ตรวจสอบ



Layer Wearing Course สัญญาที่ ศค.๐๖๑๘.๗/พ.๒/๑/๒๕๕๒

วันที่ 10 มี.ค. 52

มานะ คชสิทธิ์

ทางสาย 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+200)

Mix Proportion Hot Bin 1 : 2 : 3 : 4	47:26:15:12	(By Weight)	Pen.Grade	AC 60 - 70
Avg. Sp.Gr.Agg. And Filler (Gag)	= 2.683		Sp.Gr.Ac. (Gac)	= 1.02
Compaction, number of blows	= 75	blows	Bitumen Absorption (x)	= 0.27 %

No. of Sample	1	2	3	1	2	3	1	2	3
% AC by Wgt. Of Agg. (a)	4.50			5.00			5.50		
% AC by Wgt. Of Mix (b)	4.31			4.76			5.21		
% Eff. AC by Wgt of Mix © : b-(x(100-b)/100)	4.05			4.50			4.95		
Spec Hgt. in.(d)	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2
DENSITY									
Wt in air gm. (e)	1220.8	1221.1	1218.9	1223.6	1226.8	1222.6	1235.9	1234.9	1226.9
Wt sat surface dry gm. (f)	1222.1	1222.2	1220.2	1225.2	1228.1	1223.9	1237.4	1236.3	1228.2
Wt in water gm. (g)	711.5	711.3	710.0	716.2	717.8	714.7	726.5	725.8	719.1
Bulk Volume ml. (h) : f-g	510.6	510.9	510.2	509.0	510.3	509.2	510.9	510.5	509.1
Bulk Density gm./ml. (i) : e/h	2.391	2.390	2.389	2.404	2.404	2.401	2.419	2.419	2.410
Average Density	2.390			2.403			2.416		
VOID ANALYSIS									
Volume AC % Total (j) : c*/Gac	9.5			10.6			11.7		
Volume Agg % Total (k) : (100-b)/Gag	85.2			85.3			85.4		
VMA % (l) : 100-k	14.8			14.7			14.6		
Air Voids % (m) : l-j	5.3			4.1			2.9		
VFB % (n) : 100*j/l	64.2			72.1			80.1		
STABILITY									
Meas. Lbs	2150	2180	2060	2280	2270	2170	2380	2380	2260
Adjust Lbs	2150	2180	2060	2280	2270	2170	2380	2380	2260
Average Stability	2130			2240			2340		
FLOWS									
Meas. 1/100"	11	10	12	11	12	13	12	13	14
Average Flow	11			12			13		

Remarks :

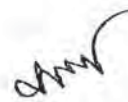
สำนักตรวจสอบและวิเคราะห์ทางวิศวกรรม กรมทางหลวง

๓.๘-๐3

Hot mix design data by The Marshall Method

โครงการ งานจ้างเหมาทำการซ่อมทางผิวแอสฟัลต์

ผู้ตรวจสอบ



Layer Wearing Course สัญญาที่ คค.๐618.7/พล.2/1/2552

วันที่ 10 มี.ค. 52

มานะ คชสิทธิ์

ทางสาย 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+200)

Mix Proportion Hot Bin 1 : 2 : 3 : 4	47:26:15:12	(By Weight)	Pen.Grade	AC 60 - 70
Avg. Sp.Gr.Agg. And Filler (Gag)	= 2.683		Sp.Gr.Ac. (Gac)	= 1.02
Compaction, number of blows	= 75	blows	Bitumen Absorption (x)	= 0.27 %

No. of Sample	1	2	3	1	2	3	1	2	3
% AC by Wgt. Of Agg. (a)		6.00			6.50				
% AC by Wgt. Of Mix (b)		5.66			6.10				
% Eff. AC by Wgt of Mix © : $b \cdot (x(100-b)/100)$		5.41			5.85				
Spec Hgt. in.(d)	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2			
DENSITY									
Wt in air gm. (e)	1235.8	1237.3	1235.7	1234.5	1234.9	1232.2			
Wt sat surface dry gm. (f)	1237.2	1238.5	1237.1	1235.6	1236.0	1233.5			
Wt in water gm. (g)	727.4	728.9	726.5	725.7	725.5	723.7			
Bulk Volume ml. (h) : f-g	509.8	509.6	510.6	509.9	510.5	509.8			
Bulk Density gm./ml. (l) : e/h	2.424	2.428	2.420	2.421	2.419	2.417			
Average Density		2.424			2.419				
VOID ANALYSIS									
Volume AC % Total (j) : $c \cdot l / Gac$		12.9			13.9				
Volume Agg % Total (k) : $(100-b) / Gag$		85.2			84.7				
VMA % (l) : $100-k$		14.8			15.3				
Air Voids % (m) : $l-j$		1.9			1.4				
VFB % (n) : $100 \cdot j / l$		87.2			90.8				
STABILITY									
Meas. Lbs	2480	2470	2310	2400	2440	2300			
Adjust Lbs	2480	2470	2310	2400	2440	2300			
Average Stability		2420			2380				
FLAWS									
Meas. 1/100"	14	14	14	16	16	13			
Average Flow		14			15				

Remarks :

สำนักตรวจสอบและวิเคราะห์ทางวิศวกรรม กรมทางหลวง

8-03

Hot mix design data by The Marshall Method

โครงการ งานจ้างเหมาทำการซ่อมทางผิวแอสฟัลต์

ผู้ตรวจสอบ

[Signature]

Layer Wearing Course สัญญาที่ คค.0618.7/พล.2/1/2552

วันที่ 10 มี.ค. 52

มานะ คชสิทธิ์

ทางสาย 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+200)

Mix Proportion Hot Bin 1 : 2 : 3 : 4	47:26:15:12	(By Weight)	Pen.Grade	AC 60 - 70
Avg. Sp.Gr.Agg. And Filler (Gag)	= 2.683		Sp.Gr.Ac. (Gac)	= 1.02
Compaction, number of blows	Double Plunger 3000 Psi		Bitumen Absorption (x)	= 0.27 %

SOAKED

No. of Sample	1	2	3	4
% AC by Wgt. Of Agg. (a)	5.20			
% AC by Wgt. Of Mix (b)	4.94			
% Eff. AC by Wgt of Mix © : $b \cdot (100-b)/100$	4.68			
Spec Hgt. in.(d)	2 9/16	2 9/16	2 9/16	2 9/16
DENSITY				
Wt in air gm. (e)	1250.9	1252.9	1255.2	1257.3
Wt sat surface dry gm. (f)	1252.1	1254.1	1256.7	1258.8
Wt in water gm. (g)	719.8	720.5	721.9	723.1
Bulk Volume ml. (h) : f-g	532.3	533.6	534.8	535.7
Bulk Density gm./ml. (i) : e/h	2.350	2.348	2.347	2.347
Average Density	2.348			
VOID ANALYSIS				
Volume AC % Total (j) : $c \cdot i / Gac$	10.8			
Volume Agg % Total (k) : $(100-b)/Gag$	83.2			
VMA % (l) : $100-k$	16.8			
Air Voids % (m) : $i-j$	6.0			
VFB % (n) : $100 \cdot i / l$	64.3			
STABILITY				
Meas. Lbs	6042	6010	6010	5917
Adjust. Lbs	5800	5770	5770	5680
Average Stability	5755			
FLows				
Meas. 1/100"	22	22	21	22
Average Flow	22			

UNSOAKED

1	2	3	4
5.20			
4.94			
4.68			
2 9/16	2 9/16	2 9/16	2 9/16
1256.8	1249.6	1258.8	1255.3
1258.0	1251.0	1260.3	1256.8
723.2	718.8	724.4	721.5
534.8	532.2	535.9	535.3
2.350	2.348	2.349	2.345
2.348			
10.8			
83.2			
16.8			
6.0			
64.3			
7469	7448	7458	7375
7170	7150	7160	7080
7140			
20	17	18	18
18			

Remarks :

$$\text{Strength Index} = \frac{\text{Soaked Sample}}{\text{Unsoaked Sample}} \cdot 100 = \frac{5755}{7140} \cdot 100 = 80.6 \%$$

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

จ. 3 - 10

กรมทางหลวง

อันดับทดลองที่ ทล. 4 - A - (254) / 2

เจ้าของตัวอย่าง หจก. สุนิสาจุฬารัตน์การโยธา

หนังสือที่ สทล.4 บท.พิษณุโลกที่ 2.1/3/046

วันที่รับหนังสือ 15 ม.ค. 52

ทางสาย 1268 ตอนควมคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+200)

เจ้าหน้าที่ทดลอง *dmv* วันที่รับตัวอย่าง 10 มี.ค. 52 วันที่ทดลอง 11 มี.ค. 52

มานะ คชสิทธิ์

SIEVE ANALYSIS OF AGGREGATE

Material หินฝุ่น Sample No of

Source Cold Bin by โรงไม้หิน ศิลาบุรี อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์

Sieve Sizes	First Trial			Second Trial			Average Passing
	Retained gm	Passing gm.	Passing %	Retained gm	Passing gm.	Passing %	
3/8 "		1065.5	100		1087.6	100	100.0
# 4	7.5	1058.0	99.3	3.3	1084.3	99.7	99.5
# 8	164.0	894.0	83.9	156.6	927.7	85.3	84.6
# 16	332.5	561.5	52.7	343.7	584.0	53.7	53.2
# 30	203.5	358.0	33.6	207.7	376.3	34.6	34.1
# 50	101.2	256.8	24.1	79.4	296.9	27.3	25.7
# 100	68.2	188.6	17.7	100.0	196.9	18.1	17.9
# 200	35.2	153.4	14.4	20.7	176.2	16.2	15.3
Pan	153.4			176.2			

Remarks :

ค่าธรรมเนียมการทดลองเป็นเงิน

บาท

ผลการทดลองนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทางรับเท่านั้น

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

2, 3 - 10

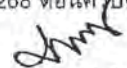
กรมทางหลวง

อันดับทดลองที่ ทล. 4 - A - (254) / 52

เจ้าของตัวอย่าง หจก. สุริยาจุฬารัตน์การโยธา

หนังสือที่ สทล.4 บพ.พิษณุโลกที่ 2.1/3/046 วันที่รับหนังสือ 15 มี.ค. 52

ทางสาย 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+200)

เจ้าหน้าที่ทดลอง  วันที่รับตัวอย่าง 10 มี.ค. 52 วันที่ทดลอง 11 มี.ค. 52

มานะ คชสิทธิ์

SIEVE ANALYSIS OF AGGREGATE

Material หิน 3/8 "

Sample No

of

Source Cold Bin by โรงไม้หิน ศิลาบุรี อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์

Sieve Sizes	First Trial			Second Trial			Average Passing
	Retained gm	Passing gm.	Passing %	Retained gm	Passing gm.	Passing %	
1/2 "		1996	100		1985	100	100
3/8 "	34	1962	98.3	2	1983	99.9	99.1
# 4	1499	463	23.2	1511	472	23.8	23.5
# 8	429	34	1.7	438	34	1.7	1.7
Pan	34			34			

Remarks :

ค่าธรรมเนียมการทดลองเป็นเงิน

บาท

ผลการทดลองนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทางรับเท่านั้น

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

2. 3 - 10

กรมทางหลวง

อันดับทดลองที่ ทล. 4 - A - (254) / 52

เจ้าของตัวอย่าง หจก. สุริยาอุตสาหกรรมโยธา

หนังสือที่ สทล.4 บพ.พิษณุโลกที่ 2.1/3/046

วันที่รับหนังสือ 15 มี.ค. 52

ทางสาย 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+200)

เจ้าหน้าที่ทดลอง มานะ คชสีห์ วันที่รับตัวอย่าง 10 มี.ค. 52 วันที่ทดลอง 11 มี.ค. 52

มานะ คชสีห์

SIEVE ANALYSIS OF AGGREGATE

Material หิน 1/2 "

Sample No

of

Source Cold Bin by โรงไม้หิน ศิลาบุรี อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์

Sieve Sizes	First Trial			Second Trial			Average Passing
	Retained gm	Passing gm.	Passing %	Retained gm	Passing gm.	Passing %	
1 "							
3/4 "		4078	100		4112	100	100.0
1/2 "	1868	2210	54.2	1719	2393	58.2	56.2
3/8 "	1101	1109	27.2	1242	1151	28.0	27.6
# 4	1015	94	2.3	1048	103	2.5	2.4
Pan	94			103			

Remarks :

ค่าธรรมเนียมการทดลองเป็นเงิน

บาท

ผลการทดลองนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทางรับเท่านั้น

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

กรมทางหลวง

อันดับทดลองที่ ทล. 4 - A - (254) / 52

เจ้าของตัวอย่าง หจก. สุริยาจุฬารัตน์การโยธา

หนังสือที่ สทล.4 บท.พิษณุโลกที่ 2.1/3/046

วันที่รับหนังสือ

15 ม.ค. 52

ทางสาย 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+

วันที่รับตัวอย่าง

10 มี.ค. 52

วันที่ทดลอง

11 มี.ค. 52

เจ้าหน้าที่ทดลอง มานะ คชสีห์

Source Cold Bin of stock pile โรงไม้หิน ศิลาบุรี อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์

Sample No of

Abrasion Test of Coarse Aggregate

by Los Angeles Machine

Material หิน 3/4 "

Norminal size

Grading B

Number of revolutions 500

Number of abrasive charges 11

Weight of charges 4,584 gm.

Sieve size		Acoumulative	
Passing	Retained on	Weight of sample	
3/4"	1/2"	2,500	gm.
1/2"	3/8"	2,500	gm.
Original weight of sample (W1)		5,000	gm.
Final weight of sample (W2)		3,515	gm.
Loss (W1 -W2)		1,485	gm.
Percentage of wear $\frac{(W1 -W2)}{W1} \times 100 \%$		29.7	%

Abrasion Test of Coarse Aggregate

Sand Equivalent Test.

AASHO Desingnation : 176 - 56

Sample No	Sand Reading	Clay Reading	S.E. = $\frac{\text{Sand Read} \times 100 \%}{\text{Clay Reading}}$
1	3.5	5.1	68 %
2	3.7	5.3	70 %
Average			69 %

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

1. 3 - 10

กรมทางหลวง

อันดับทดลองที่ ทล. 4 - A - (254) / 52

เจ้าของตัวอย่าง หจก. สุนิสาจุฬารัตน์การโยธา

หนังสือที่ สทล.4 บท.พิษณุโลกที่ 2.1/3/046

วันที่รับหนังสือ 15 มี.ค. 52

ทางสาย 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+200)

เจ้าหน้าที่ทดลอง มานะ คชสิทธิ์ วันที่รับตัวอย่าง 10 มี.ค. 52 วันที่ทดลอง 11 มี.ค. 52

SIEVE ANALYSIS OF AGGREGATE

Material หินฝุ่น

Sample No of

Source Hot Bin จาก Plant

หจก. สุนิสาจุฬารัตน์การโยธา อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์

Sieve Sizes	First Trial			Second Trial			Average
	Retained gm	Passing gm.	Passing %	Retained gm	Passing gm.	Passing %	Passing
3/8 "		986.5	100.0		1044.3	100.0	100.0
# 4	19.7	966.8	98.0	18.8	1025.5	98.2	98.1
# 8	127.3	839.5	85.1	136.8	888.7	85.1	85.1
# 16	321.6	517.9	52.5	338.4	550.3	52.7	52.6
# 30	186.4	331.5	33.6	197.3	353.0	33.8	33.7
# 50	76.0	255.5	25.9	82.5	270.5	25.9	25.9
# 100	89.8	165.7	16.8	95.1	175.4	16.8	16.8
# 200	44.4	121.3	12.3	44.9	130.5	12.5	12.4
Pan	121.3			130.5			

Remarks :

ค่าธรรมเนียมการทดลองเป็นเงิน

บาท

ผลการทดลองนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทางรับเท่านั้น

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

จ. 3 - 10

กรมทางหลวง

อันดับทดลองที่ ทล. 4 - A - (254) / 52

เจ้าของตัวอย่าง หจก. สุริยาอุตสาหกรรมโยธา

หนังสือที่ สทล.4 บท.พิษณุโลกที่ 2.1/3/046

วันที่รับหนังสือ 15 มี.ค. 52

ทางสาย 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+200)

เจ้าหน้าที่ทดลอง

วันที่รับตัวอย่าง 10 มี.ค. 52

วันที่ทดลอง

11 มี.ค. 52

มานะ คชสิทธิ์

SIEVE ANALYSIS OF AGGREGATE

Material หิน 3/8 "

Sample No of

Source Hot Bin จาก Plant

หจก. สุริยาอุตสาหกรรมโยธา อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์

Sieve Sizes	First Trial			Second Trial			Average Passing
	Retained gm	Passing gm.	Passing %	Retained gm	Passing gm.	Passing %	
1/2 "		1763	100		1924	100	100
3/8 "	18	1745	99.0	15	1909	99.2	99.1
# 4	555	1190	67.5	610	1299	67.5	67.5
# 8	1063	127	7.2	1157	142	7.4	7.3
# 16	67	60	3.4	73	69	3.6	3.5
# 30	16	44	2.5	21	48	2.5	2.5
# 50	16	28	1.6	13	35	1.8	1.7
Pan	28			35			

Remarks :

ค่าธรรมเนียมการทดลองเป็นเงิน

บาท

ผลการทดลองนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทางรับเท่านั้น

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

2. 3 - 10

กรมทางหลวง

อันดับทดลองที่ ทล. 4 - A - (254) / 52

เจ้าของตัวอย่าง หจก. สุนิสาจุฬารัตน์การโยธา

หนังสือที่ สทล.4 บท.พิษณุโลกที่ 2.1/3/046

วันที่รับหนังสือ 15 มี.ค. 52

ทางสาย 1268 ตอนหลวงคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+200)

เจ้าหน้าที่ทดลอง มานะ คชสีห์ วันที่รับตัวอย่าง 10 มี.ค. 52 วันที่ทดลอง 11 มี.ค. 52

SIEVE ANALYSIS OF AGGREGATE

Material หิน 1/2 "

Sample No of

Source Hot Bin จาก Plant

หจก. สุนิสาจุฬารัตน์การโยธา อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์

Sieve Sizes	First Trial			Second Trial			Average Passing
	Retained gm	Passing gm.	Passing %	Retained gm	Passing gm.	Passing %	
3/4 "		3977	100		3993	100	100
1/2 "	103	3874	97.4	104	3889	97.4	97.4
3/8 "	1337	2537	63.8	1341	2548	63.8	63.8
# 4	2267	270	63.8	2268	280	7.0	6.9
# 8	222	48	6.8	232	48	1.2	1.2
Pan	48			48			

Remarks :

ค่าธรรมเนียมการทดลองเป็นเงิน

บาท

ผลการทดลองนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทางรับเท่านั้น

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

๑-3-10

กรมทางหลวง

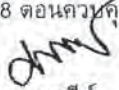
อันดับทดลองที่ ทล. 4-A-(254)/ 52

เจ้าของตัวอย่าง หจก. สุนิสาจุฬารัตน์การโยธา

หนังสือที่ สทล.4 บท.พิษณุโลกที่ 2.1/3/046

วันที่รับหนังสือ 15 มี.ค. 52

ทางสาย 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+200)

เจ้าหน้าที่ทดลอง  วันที่รับตัวอย่าง 10 มี.ค. 52 วันที่ทดลอง 11 มี.ค. 52

มานะ คชสิทธิ์

SIEVE ANALYSIS OF AGGREGATE

Material หิน 3/4 "

Sample No of

Source Hot Bin จาก Plant

หจก. สุนิสาจุฬารัตน์การโยธา อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์

Sieve Sizes	First Trial			Second Trial			Average Passing
	Retained gm	Passing gm.	Passing %	Retained gm	Passing gm.	Passing %	
3/4 "		4535	100		5200	100	100
1/2 "	2095	2440	53.8	2392	2808	54.0	53.9
3/8 "	1823	617	13.6	2090	718	13.8	13.7
# 4	576	41	0.9	671	47	0.9	0.9
Pan	41			47			

Remarks :

ค่าธรรมเนียมการทดลองเป็นเงิน

บาท

ผลการทดลองนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทางรับเท่านั้น

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

กรมทางหลวง

อันดับทดลองที่ ทล. 4 - A - (254) / 52

เจ้าของตัวอย่าง หจก. สุนิสาจุฬารัตน์การโยธา

หนังสือที่ สทล.4 บท.พิษณุโลกที่ 2.1/3/046

วันที่รับหนังสือ

15 ม.ค. 52

ทางสาย 1268 ตอนควบคุม 0201 ตอน ต่อเขต จ.เลย/พิษณุโลก (กม. 40+200) - ต่อเขต จ.พิษณุโลก/อุตรดิตถ์ (กม. 68+

วันที่รับตัวอย่าง

10 มี.ค. 52

วันที่ทดลอง

11 มี.ค. 52

เจ้าหน้าที่ทดลอง มานะ คชสิทธิ์

Source Hot Bin จาก Plant

หจก. สุนิสาจุฬารัตน์การโยธา อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์

Sample No

of

Abrasion Test of Coarse Aggregate

by Los Angeles Machine

Material หิน 3/4 "

Nominal size

Grading B

Number of revolutions 500

Number of abrasive charges 11

Weight of charges 4,584 gm.

Sieve size		Acumulative	
Passing	Retained on	Weight of sample	
3/4"	1/2"	2,500	gm.
1/2"	3/8"	2,500	gm.
Original weight of sample (W1)		5,000	gm.
Final weight of sample (W2)		3,585	gm.
Loss (W1 -W2)		1,415	gm.
Percentage of wear $\frac{(W1 -W2)}{W1} \times 100 \%$		28.3	%

Abrasion Test of Coarse Aggregate

Sand Equivalent Test.

AASHO Desingnation : 176 - 56

Sample No	Sand Reading	Clay Reading	S.E. = $\frac{\text{Sand Reading} \times 100 \%}{\text{Clay Reading}}$
1	3.9	5.1	76 %
2	4.0	5.0	80 %
Average			78 %

PG-Grade Asphalt

ตารางผนวก ข การจัดเกรดตาม Performance Graded Asphalt Binder Specification

Performance Grade	PG 46		
	-34	-40	-46
Average 7-Day Maximum Pavement Design Temperature, °C		< 52	
Minimum Pavement Design Temperature, °C	> -34	> -40	> -46
Original Binder			
Flash Point Temp, T48: Minimum °C		230	
Viscosity, ASTM D 4402:		135	
Maximum, 3 Pa.s (3000 cP)			
Dynamic Shear, TP5:		46	
$G^*/\sin\delta$, Minimum, 1.00 kPa			
Rolling Thin Film Oven (T 240)			
Mass Loss, Maximum, %		1.00	
Dynamic Shear, TP5:		46	
$G^*/\sin\delta$, Minimum, 2.20 kPa			
Pressure Aging Vessel Residue (PP1)			
PAV Aging Temperature, °C		90	
Dynamic Shear, TP5:	10	7	4
$G^*/\sin\delta$, Minimum, 5000 kPa			
Physical Hardening		Report	
Creep Stiffness, TP1:			
S, Maximum, 300MPa	-24	-30	-36
m-value, Minimum, 0.300			
Direct Tension, TP3:			
Failure Strain, Minimum, 1.0%	-24	-30	-36

ตารางผนวกที่ ข (ต่อ)

Performance Grade	PG 52						
	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46
Average 7-Day Maximum Pavement Design Temperature, °C	< 52						
Minimum Pavement Design Temperature, °C	> -10	> -16	> -22	> -28	> -34	> -40	> -46
Original Binder							
Flash Point Temp, T48: Minimum °C	230						
Viscosity, ASTM D 4402:	135						
Maximum, 3 Pa.s (3000 cP)							
Dynamic Shear, TP5:	52						
G*/sinδ, Minimum, 1.00 kPa							
Rolling Thin Film Oven (T 240)							
Mass Loss, Maximum, %	1.00						
Dynamic Shear, TP5:	52						
G*/sinδ, Minimum, 2.20 kPa							
Pressure Aging Vessel Residue (PP1)							
PAV Aging Temperature, °C	90						
Dynamic Shear, TP5:	25	22	19	16	13	10	7
G*/sinδ, Minimum, 5000 kPa							
Physical Hardening	Report						
Creep Stiffness, TP1:							
S, Maximum, 300MPa	-0	-6	-12	-18	-24	-30	-36
m-value, Minimum, 0.300							
Direct Tension, TP3:							
Failure Strain, Minimum, 1.0%	-0	-6	-12	-18	-24	-30	-36

ตารางผนวกที่ ข (ต่อ)

Performance Grade	PG 58				
	-16	-22	-28	-34	-40
Average 7-Day Maximum Pavement Design Temperature, °C			< 58		
Minimum Pavement Design Temperature, °C	> -16	> -22	> -28	> -34	> -40
Original Binder					
Flash Point Temp, T48: Minimum °C			230		
Viscosity, ASTM D 4402:			135		
Maximum, 3 Pa.s (3000 cP)					
Dynamic Shear, TP5:			58		
$G^*/\sin\delta$, Minimum, 1.00 kPa					
Rolling Thin Film Oven (T 240)					
Mass Loss, Maximum, %			1.00		
Dynamic Shear, TP5:			58		
$G^*/\sin\delta$, Minimum, 2.20 kPa					
Pressure Aging Vessel Residue (PP1)					
PAV Aging Temperature, °C			100		
Dynamic Shear, TP5:	25	22	19	16	13
$G^*/\sin\delta$, Minimum, 5000 kPa					
Physical Hardening			Report		
Creep Stiffness, TP1:					
S, Maximum, 300MPa	-6	-12	-18	-24	-30
m-value, Minimum, 0.300					
Direct Tension, TP3:					
Failure Strain, Minimum, 1.0%	-6	-12	-18	-24	-30

ตารางผนวกที่ ข (ต่อ)

Performance Grade	PG 64					
	-10	-16	-22	-28	-34	-40
Average 7-Day Maximum Pavement Design Temperature, °C	< 64					
Minimum Pavement Design Temperature, °C	> -10	> -16	> -22	> -28	> -34	> -40
Original Binder						
Flash Point Temp, T48: Minimum °C	230					
Viscosity, ASTM D 4402:	135					
Maximum, 3 Pa.s (3000 cP)						
Dynamic Shear, TP5:	64					
G*/sinδ, Minimum, 1.00 kPa						
Rolling Thin Film Oven (T 240)						
Mass Loss, Maximum, %	1.00					
Dynamic Shear, TP5:	64					
G*/sinδ, Minimum, 2.20 kPa						
Pressure Aging Vessel Residue (PP1)						
PAV Aging Temperature, °C	100					
Dynamic Shear, TP5:	31	28	25	22	19	16
G*/sinδ, Minimum, 5000 kPa						
Physical Hardening	Report					
Creep Stiffness, TP1:						
S, Maximum, 300MPa	0	-6	-12	-18	-24	-30
m-value, Minimum, 0.300						
Direct Tension, TP3:						
Failure Strain, Minimum, 1.0%	0	-6	-12	-18	-24	-30

ตารางผนวกที่ ข (ต่อ)

Performance Grade	PG 70					
	-10	-16	-22	-28	-34	-40
Average 7-Day Maximum Pavement Design Temperature, °C	< 70					
Minimum Pavement Design Temperature, °C	> -34	> -40	> -46	> -10	> -16	> -22
Original Binder						
Flash Point Temp, T48: Minimum °C	230					
Viscosity, ASTM D 4402:	135					
Maximum, 3 Pa.s (3000 cP)						
Dynamic Shear, TP5:	70					
G*/sinδ, Minimum, 1.00 kPa						
Rolling Thin Film Oven (T 240)						
Mass Loss, Maximum, %	1.00					
Dynamic Shear, TP5:	70					
G*/sinδ, Minimum, 2.20 kPa						
Pressure Aging Vessel Residue (PP1)						
PAV Aging Temperature, °C	100 (110)					
Dynamic Shear, TP5:	34	31	28	25	22	19
G*/sinδ, Minimum, 5000 kPa						
Physical Hardening	Report					
Creep Stiffness, TP1:						
S, Maximum, 300MPa	-0	-6	-12	-18	-24	-30
m-value, Minimum, 0.300						
Direct Tension, TP3:						
Failure Strain, Minimum, 1.0%	-0	-6	-12	-18	-24	-30

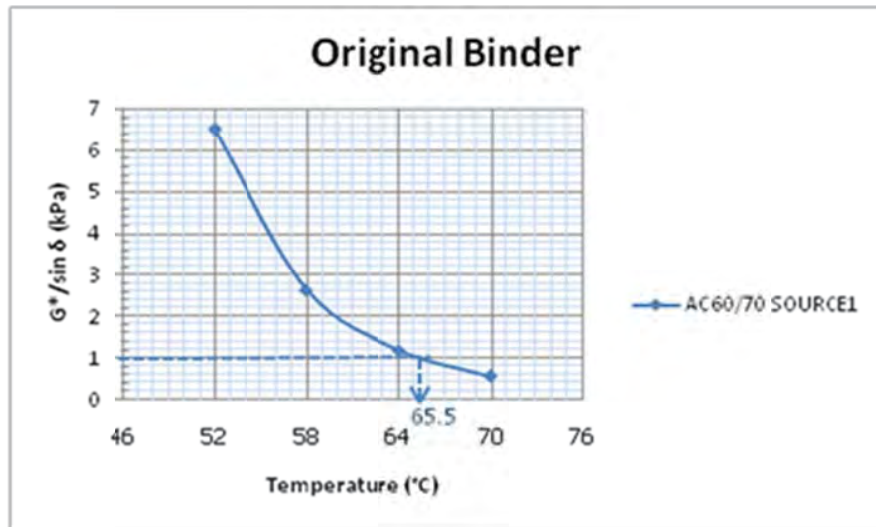
ตารางผนวกที่ ข (ต่อ)

Performance Grade	PG 76				
	-10	-16	-22	-28	-34
Average 7-Day Maximum Pavement Design Temperature, °C			< 76		
Minimum Pavement Design Temperature, °C	> -28	> -34	> -40	> -46	> -16
Original Binder					
Flash Point Temp, T48: Minimum °C			230		
Viscosity, ASTM D 4402:			135		
Maximum, 3 Pa.s (3000 cP)					
Dynamic Shear, TP5:			76		
$G^*/\sin\delta$, Minimum, 1.00 kPa					
Rolling Thin Film Oven (T 240)					
Mass Loss, Maximum, %			1.00		
Dynamic Shear, TP5:			76		
$G^*/\sin\delta$, Minimum, 2.20 kPa					
Pressure Aging Vessel Residue (PP1)					
PAV Aging Temperature, °C			100 (110)		
Dynamic Shear, TP5:	37	34	31	28	22
$G^*/\sin\delta$, Minimum, 5000 kPa					
Physical Hardening			Report		
Creep Stiffness, TP1:					
S, Maximum, 300MPa	0	-6	-12	-18	-24
m-value, Minimum, 0.300					
Direct Tension, TP3:					
Failure Strain, Minimum, 1.0%	0	-6	-12	-18	-24

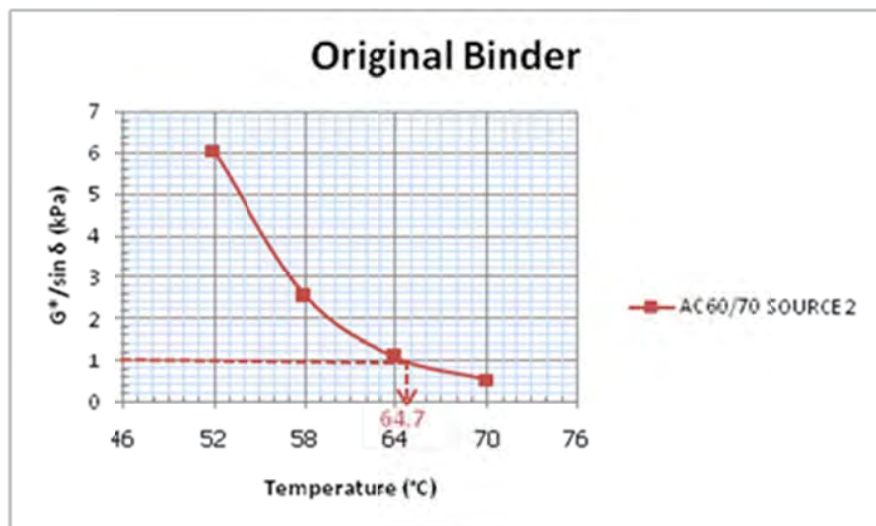
ตารางผนวกที่ ข (ต่อ)

Performance Grade	PG 82				
	-10	-16	-22	-28	-34
Average 7-Day Maximum Pavement Design Temperature, °C			< 82		
Minimum Pavement Design Temperature, °C	> -22	> -28	> -34	> -40	> -10
Original Binder					
Flash Point Temp, T48: Minimum °C			230		
Viscosity, ASTM D 4402:			135		
Maximum, 3 Pa.s (3000 cP)					
Dynamic Shear, TP5:			82		
$G^*/\sin\delta$, Minimum, 1.00 kPa					
Rolling Thin Film Oven (T 240)					
Mass Loss, Maximum, %			1.00		
Dynamic Shear, TP5:			64		
$G^*/\sin\delta$, Minimum, 2.20 kPa					
Pressure Aging Vessel Residue (PP1)					
PAV Aging Temperature, °C			100 (110)		
Dynamic Shear, TP5:	40	37	34	31	28
$G^*/\sin\delta$, Minimum, 5000 kPa					
Physical Hardening			Report		
Creep Stiffness, TP1:					
S, Maximum, 300MPa	0	-6	-12	-18	-24
m-value, Minimum, 0.300					
Direct Tension, TP3:					
Failure Strain, Minimum, 1.0%	0	-6	-12	-18	-24

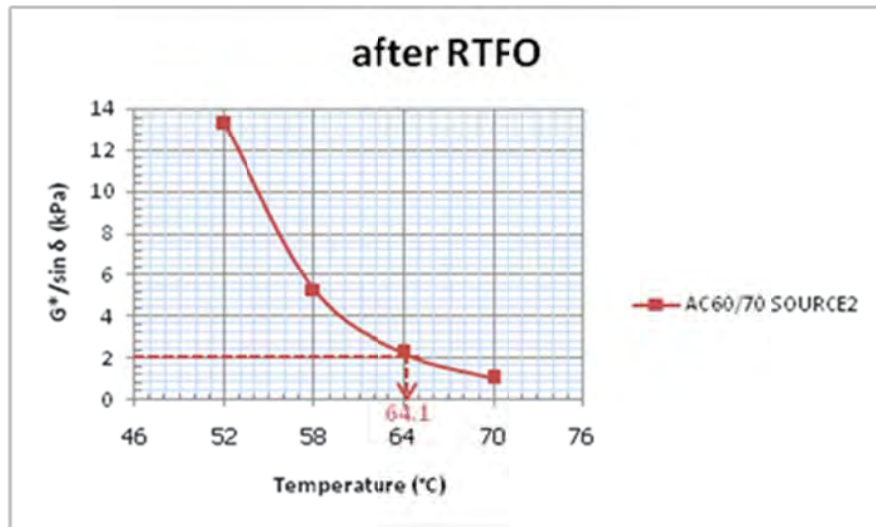
ที่มา: วัชรินทร์ (2545)



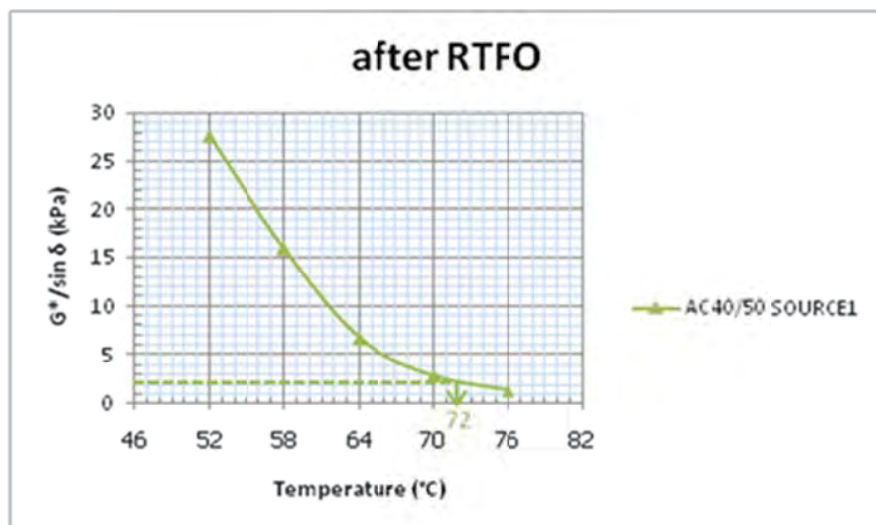
ภาพผนวก 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า $G^*/\sin \delta$ กับอุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด 60/70 SOURCE 1 ที่ยังไม่ผ่านการเร่งอายุ



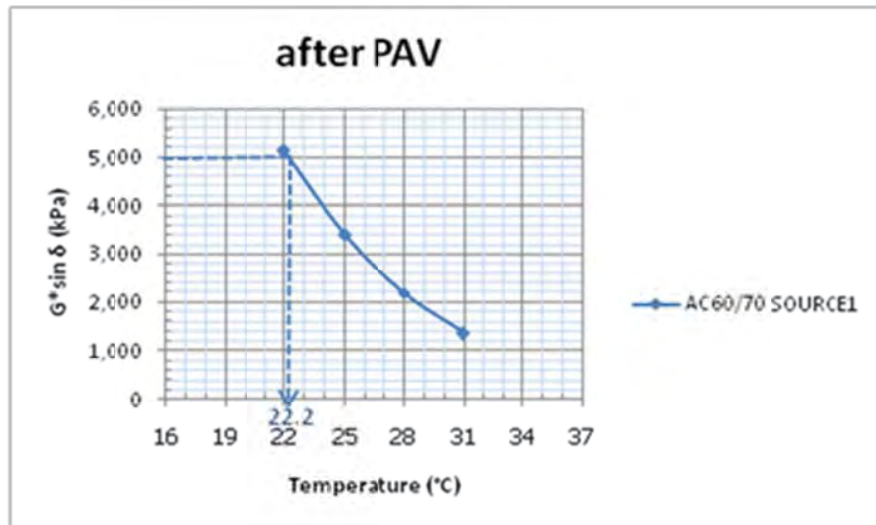
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า $G^*/\sin \delta$ กับอุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด 60/70 SOURCE 2 ที่ยังไม่ผ่านการเร่งอายุ



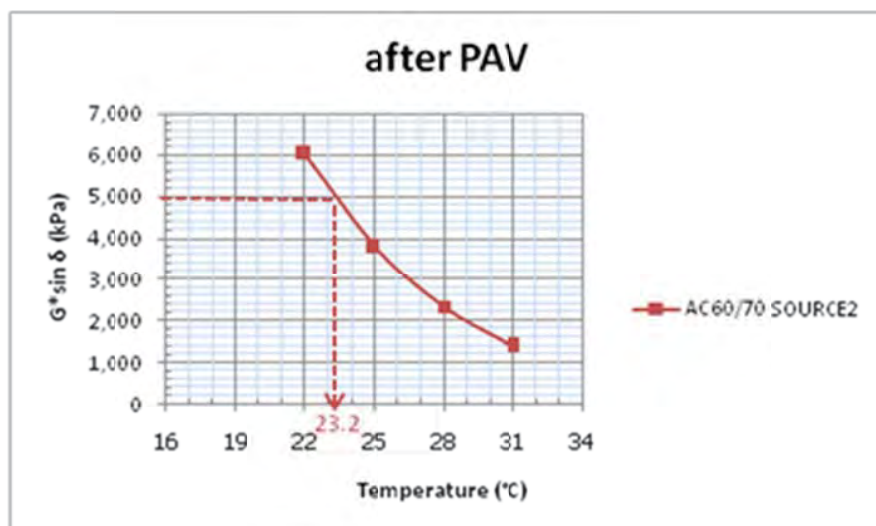
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า $G^*/\sin \delta$ กับอุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์
เกรด 60/70 SOURCE 2 ที่ผ่านการเร่งอายุ



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า $G^*/\sin \delta$ กับอุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์
เกรด 60/70 SOURCE 1 ที่ผ่านการเร่งอายุ



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า $G \cdot \sin \delta$ กับอุณหภูมิของแอสฟัลต์ ซีเมนต์เกรด 60/70 SOURCE 1 ที่ผ่านการเร่งอายุด้วยวิธี PAV



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า $G \cdot \sin \delta$ กับอุณหภูมิของแอสฟัลต์ ซีเมนต์เกรด 60/70 SOURCE 1 ที่ผ่านการเร่งอายุด้วยวิธี PAV

ผลการทดลอง

Maximum Density

WA 732.2 (Maximum Density of Asphalt: Rice Method)

Calculate the maximum density of the asphalt using the formula:

$$\rho_{\max} = \frac{M_2}{M_2 - (M_3 - M_1)} \rho_w$$

where $\rho_{\max}$ = maximum density of the asphalt in t/m³

ρ_w = density of water at 25 °C in t/m³

M_1 = mass of Buchner flask in water in grams

M_2 = mass of test portion in air in grams

M_3 = mass of flask + contents in water in grams

VARIATION OF WATER DENSITY WITH TEMPERATURE

Temperature °C	Density t/m ³	Temperature °C	Density t/m ³
0	1.000	21	0.998
1	1.000	22	0.998
2	1.000	23	0.998
3	1.000	24	0.997
4	1.000	25	0.997
5	1.000	26	0.997
6	1.000	27	0.997
7	1.000	28	0.996
8	1.000	29	0.996
9	1.000	30	0.996
10	1.000	31	0.995
11	1.000	32	0.995
12	1.000	33	0.995
13	0.999	34	0.994
14	0.999	35	0.994
15	0.999	36	0.994
16	0.999	37	0.993
17	0.999	38	0.993
18	0.999	39	0.993
19	0.998	40	0.992
20	0.998	—	—

20mm Granite MRWA Intermediate Coarse Asphalt DEW20IC-1/04/10 - 75 Blow

Results from Darren

Specimen	(M ₁) Mass of Buchner flask in Water (g)	(M ₂) Mass of test portion in in Air (g)	(M ₃) Mass of Flask + contents in Water (g)	Density of water at 25°C (t/m ³)	Maximum Density (t/m ³)	Average Maximum Density (t/m ³)
A	588.6	1621.3	1563.4	0.997	2.500	2.499
B	590.1	859.5	1106.4	0.997	2.497	

Cycles Vs Air Voids

Calculate the bulk density of sample (ρ_{bulk}), in tonnes per cubic metre, from the following equation:

$$\rho_{\text{bulk}} = \frac{m_1 \rho_w}{m_3 - m_2}$$

where

m_1 = mass in air of the sample, in grams

ρ_w = density of water at the test temperature, in tonnes per cubic metre (from Table 1)

m_3 = mass in air of the saturated sample, in grams

m_2 = mass in water of the saturated sample, in grams

AS 2891.9.2 - 2005 (Bulk Density - Presaturation Method)

10 Cycles

Specimen	(M ₁) Mass in air of the sample (g)	(M ₂) Mass in water of saturated sample (g)	(M ₃) Mass in air of the saturated sample (g)	Density of water (T/m ³)	Bulk Density (T/m ³)	Average Bulk Density (T/m ³)
A	1204.3	690.8	1219.9	0.997	2.269	2.270
B	1205.0	692.2	1223.8	0.997	2.260	
C	1185.5	688.4	1206.6	0.997	2.281	

50 Cycles

Specimen	(M ₁) Mass in air of the sample (g)	(M ₂) Mass in water of saturated sample (g)	(M ₃) Mass in air of the saturated sample (g)	Density of water (T/m ³)	Bulk Density (T/m ³)	Average Bulk Density (T/m ³)
A	1183.5	690.4	1189.9	0.997	2.362	2.362
B	1185.3	689.3	1190.7	0.997	2.357	
C	1185.0	692.7	1191.7	0.997	2.368	

80 Cycles

Specimen	(M ₁) Mass in air of the sample (g)	(M ₂) Mass in water of saturated sample (g)	(M ₃) Mass in air of the saturated sample (g)	Density of water (T/m ³)	Bulk Density (T/m ³)	Average Bulk Density (T/m ³)
A	1197.5	699.4	1201.2	0.997	2.379	2.381
B	1200.8	705.5	1208.9	0.997	2.378	
C	1193.8	697.7	1196.9	0.997	2.384	

120 Cycles

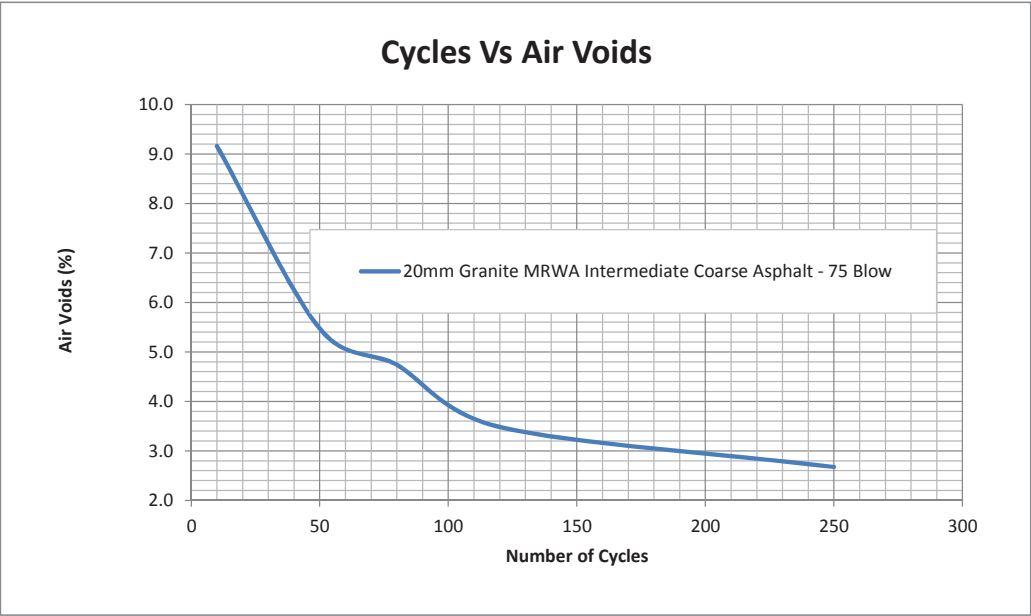
Specimen	(M ₁) Mass in air of the sample (g)	(M ₂) Mass in water of saturated sample (g)	(M ₃) Mass in air of the saturated sample (g)	Density of water (T/m ³)	Bulk Density (T/m ³)	Average Bulk Density (T/m ³)
A	1191.2	700.5	1192.6	0.997	2.413	2.412
B	1202.0	705.5	1203.0	0.997	2.409	
C	1185.1	696.3	1185.8	0.997	2.414	

250 Cycles

Specimen	(M ₁) Mass in air of the sample (g)	(M ₂) Mass in water of saturated sample (g)	(M ₃) Mass in air of the saturated sample (g)	Density of water (T/m ³)	Bulk Density (T/m ³)	Average Bulk Density (T/m ³)
A	1172.3	692.8	1173.3	0.997	2.432	2.432
B	1186.3	703.2	1190.7	0.997	2.426	
C	1201.6	711.5	1202.9	0.997	2.438	

Air Voids

Number of Cycles	Bulk Density (T/m ³)	Maximum Density (T/m ³)	Air Voids (%)
10	2.270	2.499	9.2
50	2.362	2.499	5.5
80	2.381	2.499	4.7
120	2.412	2.499	3.5
250	2.432	2.499	2.7



Volume of Samples

10 Cycles						
Specimen	Height (mm)	Diameter (mm)	Volume (m ³)	Mass (g)	g/mm	Average g/mm
A	71.12	100.50	0.000555	1259.39	17.79	17.77
	70.84	100.60				
	69.89	99.53				
	71.09	99.15				
	71.05	99.87				
		99.67				
	Average	70.80				
B	72.49	100.50	0.000569	1291.79	17.83	
	72.26	100.29				
	72.64	100.42				
	72.61	99.64				
	72.19	100.02				
		99.20				
	Average	72.44				
C	71.32	99.53	0.000554	1257.38	17.69	
	71.33	99.50				
	70.76	99.80				
	70.65	99.71				
	71.32	99.62				
		99.51				
	Average	71.08				

50 Cycles						
Specimen	Height (mm)	Diameter (mm)	Volume (m ³)	Mass (g)	g/mm	Average g/mm
A	67.40	99.64	0.000526	1243.50	18.43	
	67.58	99.46				
	67.66	99.70				
	67.42	99.70				
	67.36	99.53				
		99.92				
Average	67.48	99.66				

B	67.12	99.59	0.000522	1233.19	18.37	18.41
	67.38	99.72				
	66.89	99.55				
	67.03	99.45				
	67.19	99.42				
		99.34				
<i>Average</i>	67.12	99.51	0.000523	1234.52	18.43	
C	66.89	99.80				
	66.99	99.54				
	66.92	99.40				
	67.12	99.68				
	67.04	99.76				
<i>Average</i>	66.99	99.66				

80 Cycles						
Specimen	Height (mm)	Diameter (mm)	Volume (m ³)	Mass (g)	g/mm	Average g/mm
A	67.28	99.42	0.000522	1242.22	18.51	18.51
	67.18	99.68				
	66.83	99.56				
	67.35	99.47				
	66.95	99.58				
		99.25				
Average	67.12	99.49				
B	69.12	99.63	0.000534	1270.82	18.52	
	68.61	99.65				
	68.27	99.56				
	68.42	99.90				
	68.61	99.46				
		99.01				
Average	68.61	99.54				
C	69.19	99.65	0.000519	1234.89	18.51	
	66.12	99.55				
	66.22	99.54				
	65.84	99.23				
	66.25	99.44				
		99.54				
Average	66.72	99.49				

120 Cycles						
Specimen	Height (mm)	Diameter (mm)	Volume (m ³)	Mass (g)	g/mm	Average g/mm
A	65.77	99.51	0.000509	1228.04	18.68	18.71
	65.53	99.52				
	65.82	99.09				
	65.93	99.00				
	65.64	99.66				
		99.04				
Average	65.74	99.30	0.000508	1225.97	18.74	
B	65.32	99.47				
	65.42	99.55				
	65.42	99.24				
	65.40	99.86				
	65.60	99.36				
		99.23				
Average	65.43	99.45	0.000498	1201.64	18.73	
C	64.12	99.29				
	64.13	99.61				
	64.22	99.47				
	64.17	99.47				

Average	64.22	99.49				
		99.20				
	64.17	99.42				

250 Cycles						
Specimen	Height (mm)	Diameter (mm)	Volume (m ³)	Mass (g)	g/mm	Average g/mm
A	63.47	99.71	0.000494	1201.62	18.89	
	63.53	99.32				
	63.80	99.44				
	63.61	99.40				
	63.71	99.71				
		99.02				
	Average	63.62				
B	64.63	99.63	0.000505	1227.29	18.95	18.90
	65.55	99.69				
	64.54	99.60				
	64.24	99.76				
	64.88	99.48				
		99.43				
	Average	64.77				
C	65.26	99.42	0.000504	1226.21	18.86	
	65.14	99.10				
	65.08	99.17				
	64.89	99.66				
	64.74	99.46				
		99.35				
	Average	65.02				

Mass needed for the specimens in order to get 5% and 8% air voids

Number of Cycles	g/mm	Height required (mm)	Mass (g)
10	17.77	65	1155
50	18.41		1197
80	18.51		1203
120	18.71		1216
250	18.90		1228

	Cycles	Mass needed (g)
5% air voids	60	1199
8% air voids	22	1168

Marshall Stability and Flow

Bulk Density

Specimen	Mass (g)	Mass in water (g)	Volume (cm ³)	Bulk Density	Average bulk density (t/m ³)
A	1187.7	693.0	496.2	2.394	2.391
B	1194.4	694.0	501.9	2.380	
C	1192.1	695.2	498.4	2.392	
D	1189.4	694.8	496.1	2.398	

17/05/2010

Test results

Specimen	Height (mm)	Correction Factor (F)	Load (kN)	Flow (mm)	Stability (kN)
A	64	0.99	18.01	3.23	17.8
B	64	0.99	15.56	3.10	15.4
C	66	0.94	16.62	4.27	15.6
D	66	0.94	16.04	3.41	15.1

17/10/2010

Flow

Specimen	Flow (mm)	Average Flow (mm)
A	3.2	3.5
B	3.1	
C	4.3	
D	3.4	

17/05/2010

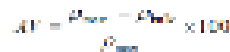
Stability

Specimen	(S) Stability (kN)	Average stability (kN)
A	17.8	16.0
B	15.4	
C	15.6	
D	15.1	

17/05/2010

Air void ratio

Specimen	Air Voids ratio (%)	Average Air Voids ratio (%)
A	4.2	4.3
B	4.8	
C	4.3	
D	4.1	



Tensile Strength Ratio

--

Bulk Density of each sample (AS 2891.9.2 - 2005)

Specimen	(M ₁) Mass in air of the sample (g)	(M ₂) Mass in water of saturated sample (g)	(M ₃) Mass in air of the saturated sample (g)	Bulk Density (t/m ³)	Average Bulk Density (t/m ³)
1	1103.45	633.54	1111.10	2.304	2.310
2	1103.43	636.43	1114.48	2.301	
3	1102.22	633.60	1109.96	2.307	
4	1103.57	634.48	1109.61	2.316	
5	1104.08	633.80	1108.90	2.317	
6	1104.31	635.28	1111.45	2.312	
7	1100.89	634.96	1111.00	2.306	
8	1103.65	637.07	1112.29	2.315	

18/05/2010

Volume of the specimens

Specimen	(M ₂) Mass in water of saturated sample (g)	(M ₃) Mass in air of the saturated sample (g)	(V _a) Volume of Specimen (cm ³)
1	633.54	1111.10	479.00
2	636.43	1114.48	479.49
3	633.60	1109.96	477.79
4	634.48	1109.61	476.56
5	633.80	1108.90	476.53
6	635.28	1111.45	477.60
7	634.96	1111.00	477.47
8	637.07	1112.29	476.65

$$V_a (\text{cm}^3) = \frac{m_3 - m_2}{F}$$

26/05/2010

Air Voids Ratio of each sample (AS 2891.8 - 2005)

Subset	Specimen	Air Voids ratio (%)	Average Air Voids ratio for each subset (%)
Dry conditioned subset specimens	1	7.8	7.8
	2	7.9	
	3	7.7	
Moisture conditioned subset specimens	4	7.3	7.4
	5	7.3	
	6	7.5	

$$AV = \frac{\rho_{\max} - \rho_{\text{bulk}}}{\rho_{\max}} \times 100$$

18/05/2010

Volume of air

Specimen	(V _a) Volume of air (cm ³)
1	37.44
2	37.94
3	36.73
4	34.96
5	34.72
6	35.70

$$V_a (\text{cm}^3) = \frac{AV \times V_s}{100}$$

18/05/2010

Degree of saturation of each specimen in the moisture conditioned subset data

Subset	Specimen	(M _{ps}) Mass of partially saturated specimen (g)	(M _d) Dry mass of the specimen (g)
Moisture conditioned subset specimens	4	1126.55	1103.57
	5	1125.95	1104.08
	6	1127.57	1104.31

31/05/2010

Degree of saturation of each specimen in the moisture conditioned subset

Subset	Specimen	(SP) Degree of saturation (%)	Average degree of saturation of subset (%)
Moisture conditioned subset specimens	4	65.74	64.6
	5	62.99	
	6	65.15	

$$SP (\%) = \left(\frac{m_{ps} - m_d}{V_s} \right) \times 100$$

31/05/2010

Volume of the accelerated moisture conditioned specimen

Subset	Specimen	(V _{mc}) Volume of moisture conditioned specimen (cm ³)
Moisture conditioned	4	22.98
	5	21.87

$$V_{mc} = m_{ps} - m_d$$

subset specimens	6	23.26
------------------	---	-------

31/05/2010

Swell after conditioning of each specimen in the moisture conditioned subset data

Subset	Specimen	(VS) Swell of specimen after conditioning (%)	Average swell of subset after conditioning (%)
Moisture conditioned subset specimens	4	-0.09	-0.2
	5	-0.22	
	6	-0.28	

$$VS (\%) = \left(\frac{V_{me} - V_d}{V_d} \right) \times 100$$

31/05/2010

Tensile strength

Dry conditioned subset

Measurements of dry specimens

Specimen	Height (mm)	Diameter (mm)
1	63.74	99.57
	63.85	100.04
	63.90	99.68
	63.87	100.29
	63.84	99.90
2	64.28	100.52
	64.13	100.82
	64.24	100.16
	64.21	100.24
	64.22	100.44
3	63.68	100.00
	63.85	100.02
	63.86	100.36
	63.65	99.97
	63.76	100.09

25/05/2010

Maximum applied force

Subset	Specimen	(P) Maximum applied force (kN)
Dry conditioned subset specimens	1	9.96
	2	9.87
	3	10.20

26/05/2010

Tensile strength

Subset	Specimen	(T) Tensile strength (kPa)	(S _t) Average tensile strength of subset (kPa)
Dry conditioned subset specimens	1	994.3	995.4
	2	974.3	
	3	1017.5	

$$T (kPa) = \left[\frac{2 \times P}{\pi \times H \times D} \right] \times 10^6$$

26/05/2010

Moisture conditioned subset

Measurements of moisture conditioned specimen (Dry)

Specimen	Height (mm)	Diameter (mm)	Volume (mm ³)
4	63.55	100.20	500626
	63.91	100.00	
	63.60	100.02	
	63.55	100.06	
	63.65	100.07	
5	62.85	100.10	494173
	62.74	100.16	
	62.80	100.05	
	62.75	100.12	
	62.79	100.11	
6	63.64	100.27	499227
	63.45	100.07	
	63.54	99.95	
	63.37	99.91	
	63.50	100.05	

25/05/2010

Measurements of moisture conditioned specimens

Specimen	Height (mm)	Diameter (mm)	Volume (mm ³)
4	63.41	99.94	
	63.76	99.97	

4		63.91	100.11	500156
		63.66	99.97	
	Average	63.69	100.00	
5		63.01	99.96	493092
		62.78	99.73	
		63.00	100.00	
		62.78	99.96	
	Average	62.89	99.91	
6		63.34	99.70	497836
		63.62	99.68	
		63.65	100.09	
		63.66	99.96	
	Average	63.57	99.86	

25/05/2010

Maximum applied force

Subset	Specimen	(P) Maximum applied force (kN)
Moisture conditioned subset specimens	4	10.16
	5	10.48
	6	9.94

26/05/2010

Tensile strength

Subset	Specimen	(T) Tensile strength (kPa)	(S ₂) Average tensile strength of subset (kPa)
Moisture conditioned subset specimens	4	1015.7	1024.8
	5	1061.8	
	6	996.9	

$$T \text{ (kPa)} = \left[\frac{2 \times P}{\pi \times H \times D} \right] \times 10^3$$

26/05/2010

Tensile strength ratio

(TSR) Tensile strength ratio (%)
103.0

$$TSR \text{ (\%)} = \left[\frac{S_2}{S_1} \right] \times 100$$

$$\rho_{\text{had}} = \frac{m_1 f^2_0}{m_3 - m_2}$$

Resilient Modulus

Bulk density

Specimen	(M ₁) Mass in air of the sample (g)	(M ₂) Mass in water of saturated sample (g)	(M ₃) Mass in air of the saturated sample (g)	Bulk Density (t/m ³)	Average Bulk Density (t/m ³)
1	1148.57	669.10	1150.72	2.378	2.375
2	1146.72	666.43	1148.95	2.369	
3	1146.64	669.23	1149.68	2.379	

18/05/2010

Air void ratio

Specimen	Air Voids ratio (%)	Average Air Voids ratio (%)
1	4.9	4.9
2	5.2	
3	4.8	

$$AV = \frac{\rho_{max} - \rho_{bulk}}{\rho_{max}} \times 100$$

18/05/2010

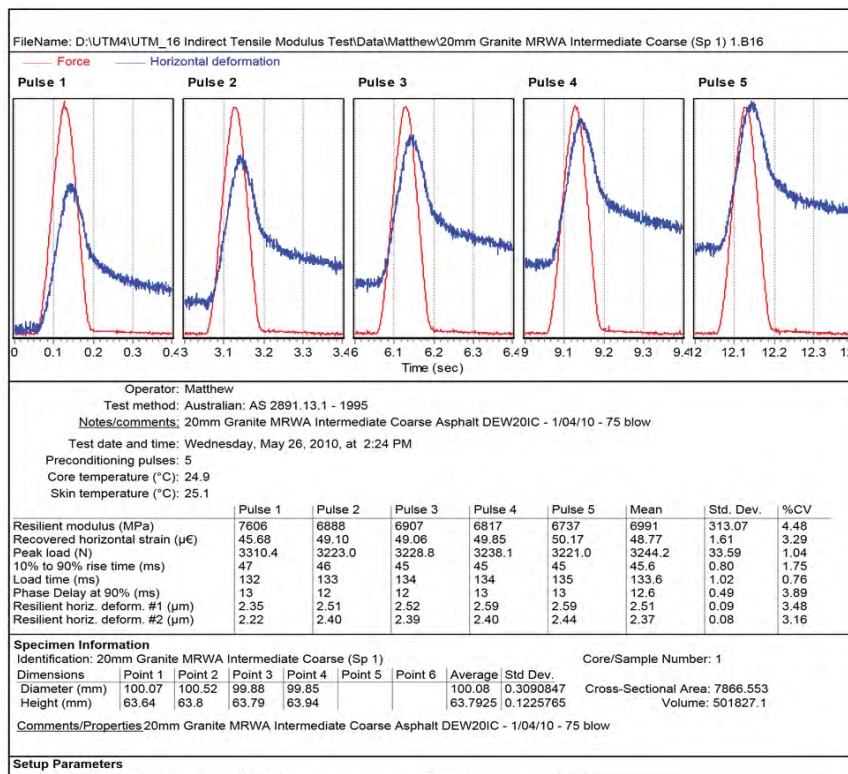
Measurements of specimens

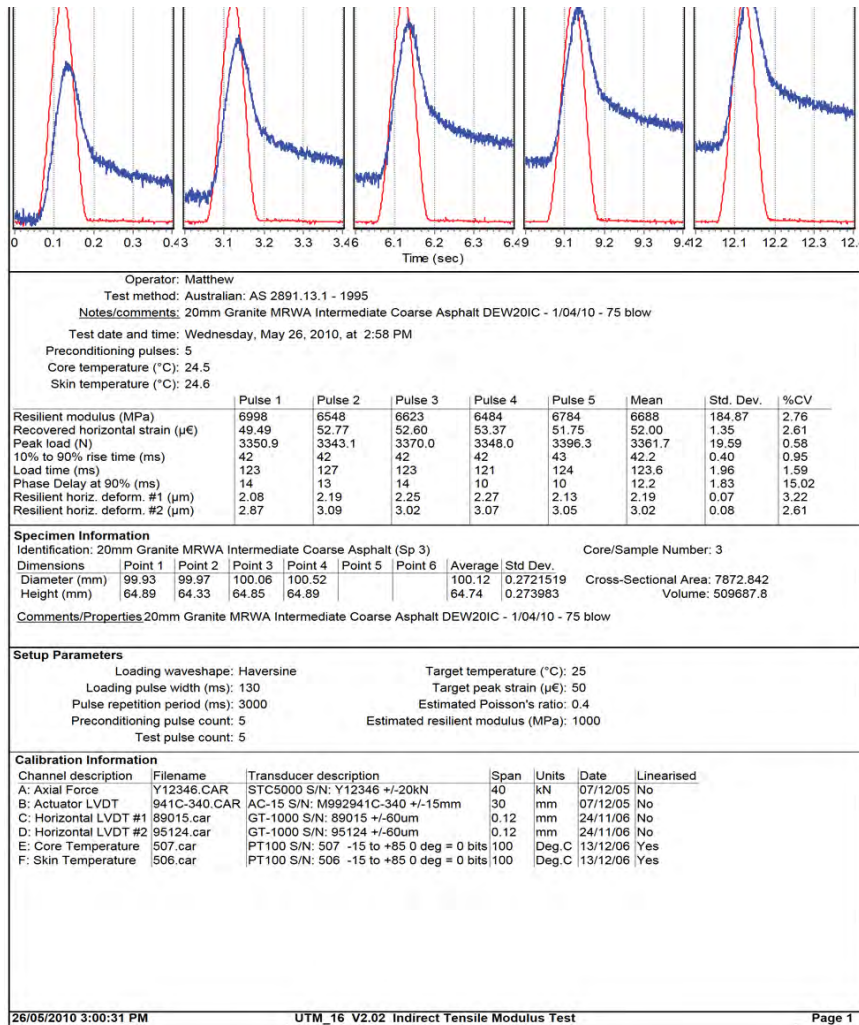
Specimen	Height (mm)	Diameter (mm)
1	63.64	100.07
	63.80	100.52
	63.79	99.88
	63.94	99.85
	Average 63.79	100.08
2	63.64	99.82
	63.61	99.81
	63.71	99.78
	63.98	100.14
	Average 63.74	99.89
3	64.89	99.93
	64.33	99.97
	64.85	100.06
	64.89	100.52
	Average 64.74	100.12

25/05/2010

Test results

Specimen 1





Specimen	Resilient Modulus	Average Resilient Modulus
1	6991	6824
2	6794	
3	6688	

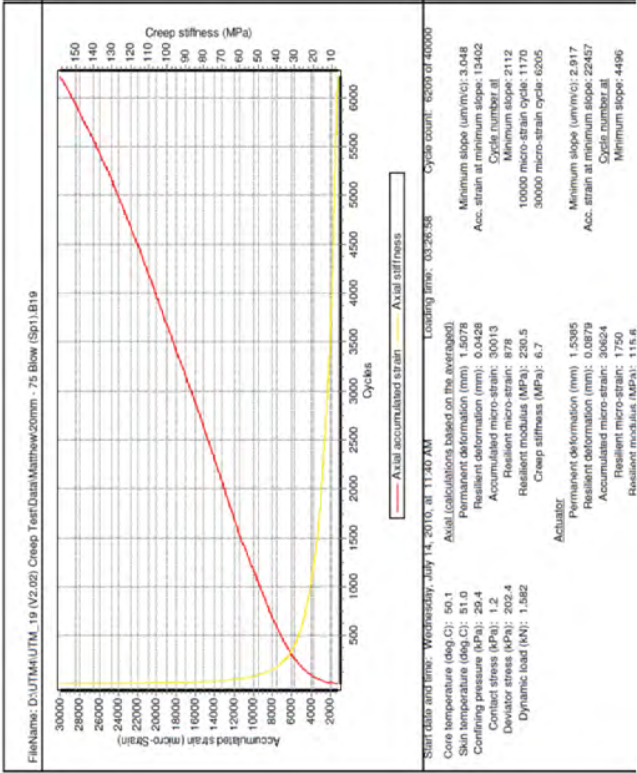
Dynamic Creep test					
20mm Granite MRWA Intermediate Coarse Asphalt DEW20IC-1/04/10 - 75 Blow					
Mix	Number of cycles		Minimum	Acc. Strain at	Cycles at
	10 000	30 000	Slope (um/m/c)	Min. Slope	min. slope
1	1170	6205	3.048	13402	2112
2	713	3835	4.354	13825	1492
3	1691	5774	3.184	12132	2296
Average	1191	5271	3.529	13120	1967

Measurements of specimens

Specimen	Height (mm)	Diameter (mm)
1	50.04	99.93
	50.34	99.98
	50.27	99.83
Average	50.30	99.49
2	50.24	99.81
	50.99	100.04
	50.67	99.71
Average	50.39	99.83
3	50.87	100.00
	50.73	99.90
	51.71	99.85
Average	51.74	99.68
3	52.29	99.84
	52.04	99.72
Average	51.95	99.77

14/07/2010

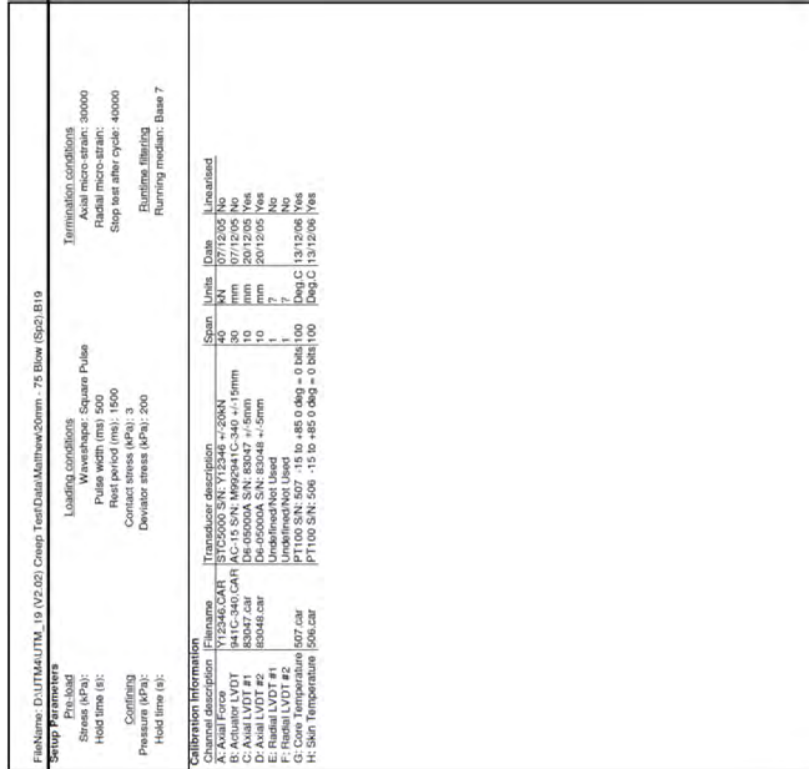
Specimen 1



File Name: D:\UTM4\UTM_19_V2.021 Creep Test Data\Matthew\20mm - 75 Blow (Sp1).B19									
Setup Parameters									
Pre-load		Loading conditions		Termination conditions					
Stress (kPa):		Wave shape: Square Pulse		Axial micro strain: 30000					
Hold time (s):		Pulse width (ms): 500		Radial micro-strain:					
Confining		Rest period (ms): 1500		Stop test after cycle: 40000					
Pressure (kPa):		Contact stress (kPa): 3		Run time filtering					
Hold time (s):		Deviator stress (kPa): 200		Running medium: Base 7					
Calibration Information									
Channel description		Filename		Transducer description		Span		Date	
A: Axial Force		Y12346.CAR		STC5000 S/N: Y12346 +/-20kN		40		kN	
B: Actuator LVDT		941C-340.CAR		AC-15 S/N: M692941C-340 +/-1.5mm		30		mm	
C: Axial LVDT #1		83047.car		D6-050004 S/N: 83047 +/-5mm		10		mm	
D: Axial LVDT #2		83048.car		D6-050004 S/N: 83048 +/-5mm		10		mm	
E: Radial LVDT #1				Undeformed Not Used		7		mm	
F: Radial LVDT #2				Undeformed Not Used		1		mm	
G: Core Temperature		507.car		PT100 S/N: 507 -15 to +85 0 deg = 0 bias		100		Deg.C	
H: Skin Temperature		506.car		PT100 S/N: 506 -15 to +85 0 deg = 0 bias		100		Deg.C	

MS-X-21E 0102/0103

11th Cir. 2004, 2004 WL 11111111

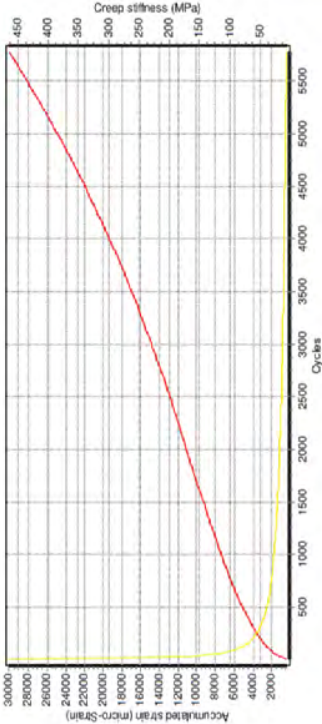


15/07/2016 9:01:33 AM

UTM 19 V2.02 Dynamic Creep Test

Specimen 3

Filename: D:\UTM4\UTM_19 V2.02 Creep Test Data\Matthew\20mm - 75 Blow (Sp3) B19



Start date and time: Thursday, July 15, 2016, at 9:49 AM Loading time: 03:12:36 Cycle count: 5778 of 40000

Core temperature (deg.C): 50.0 Axial (calculated based on the leveraged)

Skin temperature (deg.C): 50.6 Permanent deformation (mm): 1.5605 Minimum slope (um/m/c): 3.184

Confing pressure (kPa): 5.4 Resilient deformation (mm): 0.0092 Acc. strain at minimum slope: 12132

Dynamic load (kN): 1.553 Accumulated micro-strain: 28011 Creep stiffness (MPa): 255.1 Minimum slope: 2296

Deviator stress (kPa): 108.7 Resilient micro-strain: 779 10000 micro-strain cycle: 1691

Dynamic load (kN): 1.553 Creep stiffness (MPa): 255.1 30000 micro-strain cycle: 5774

Adaptive:

Permanent deformation (mm): 1.5441 Minimum slope (um/m/c): 2.821

Resilient deformation (mm): 0.0079 Acc. strain at minimum slope: 13129

Accumulated micro-strain: 29758 Cycle number at:

Resilient micro-strain: 1692 Minimum slope: 2304

Resilient modulus (MPa): 117.4

Creep stiffness (MPa): 8.7

Operator: Matthew
Test method: Australian: AS 2891-12.1
Notes/comments: 20mm Granite MRWA Intermediate Course Asphalt DEW201C-1/04/10-75 Blow

Core Sample Number: 3

Dimensions	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Average (Std Dev)
Diameter (mm)	99.85	99.68	99.84	99.72	99.725	99.725	99.725 (0.08539126)
Height (mm)	51.71	51.74	52.29	52.04	51.945	51.945	51.945 (0.2740438)

Cross-Sectional Area: 7818.287
Volume: 406120.9

Comments/Properties: 20mm Granite MRWA Intermediate Course Asphalt DEW201C-1/04/10-75 Blow

Setup Parameters

Preload

Stress (kPa)

Hold time (s)

Confining

Pressure (kPa):

Hold time (s):

Loading conditions

Waveform: Square Pulse

Pulse width (ms): 500

Rest period (ms): 1500

Contact stress (kPa): 3

Deviator stress (kPa): 200

Termination conditions

Axial micro-strain: 30000

Radial micro-strain:

Stop test after cycle: 40000

RunTime: 106:09

Running median: Base 7

15/07/2016 9:01:33 AM

UTM 19 V2.02 Dynamic Creep Test

Filename: D:\UTM4\UTM_19 V2.02 Creep Test Data\Matthew\20mm - 75 Blow (Sp3) B19

Calibration Information		Span	Units	Date	Loaded
Channel description		40	kN	07/12/05	No
Transducer description		30	mm	07/12/05	No
A: Axial Force		10	mm	20/12/05	Yes
B: Actuator LVDT		10	mm	20/12/05	Yes
C: Axial LVDT #1		7	mm	20/12/05	Yes
D: Axial LVDT #2		1	mm	20/12/05	No
E: Radial LVDT #1		1	mm	20/12/05	No
F: Radial LVDT #2		1	mm	20/12/05	No
G: Core Temperature		100	deg.C	13/12/06	Yes
H: Skin Temperature		100	deg.C	13/12/06	Yes

15-07-2010 1:10:33 PM

UTM 19 V2.02 Dynamic Creep Test

PM

UTM 19 V2.02 Dynamic Creep Test

ภาคผนวก ค

ข้อมูลอุณหภูมิ

อุณภูมิ

เขตพื้นที่ศึกษาภาคเหนือ

สรุปอุณหภูมิ

Station	2542				2543				2544																	
	Min	Max (7 day)			Max (Avg.)	Min	Max (7 day)			Max (Avg.)	Min	Max (7 day)														
CR	1.5	36.3	36.4	36.2	36.2	36.6	37.8	36.5	8.7	36.0	36.0	36.3	35.8	35.5	36.4	36.0	38.2	38.7	37.5	37.3	36.8	38.8	37.9			
	25/12/2542	16/03					22/03		26/12/2543	03/04					09/04		28/01/2544	23/04					29/04			
MHS	3.4	38.8	39.3	39.0	38.4	39.6	40.5	41.2	39.5	10.2	37.4	37.1	36.6	36.9	39.6	38.9	39.0	37.9	9.1	42.0	42.2	41.7	42.3	41.5	41.7	
	25/12/2542	28/03					03/04		14/01/2543	04/04					10/04		28/01/2544	23/04					29/04			
PY	2.5	37.4	36.6	35.2	35.1	36.6	36.1	38.1	36.4	10.0	36.3	37.6	37.7	37.9	38.1	38.0	37.5	37.6	9.5	38.7	38.6	38.0	37.8	37.6	38.6	39.0
	25/12/2542	28/03					03/04		14/01/2543	01/04					07/04		21/11/2544	23/04					29/04			
CM	3.8	38.2	36.5	37.5	35.3	36.2	36.5	36.6	36.7	10.3	37.2	37.2	37.1	36.2	37.4	37.8	37.2	37.2	10.0	39.3	37.7	38.2	39.4	39.1	38.0	38.5
	25/12/2542	15/03					21/03		14/01/2543	04/04					10/04		27/01/2544	20/04					26/04			
NAN	1.7	38.3	38.5	37.4	37.7	37.3	38.9	39.5	38.2	9.0	40.5	40.7	40.6	40.0	39.2	40.3	40.4	40.2	9.0	39.2	38.0	37.8	38.2	39.2	39.6	39.3
	25/12/2542	16/03					22/03		3/02/2543	03/04					09/04		21/11/2544	24/04					30/04			
LPU	3.5	38.7	39.2	38.1	38.3	38.1	38.3	38.4	38.4	9.7	36.9	36.6	36.9	36.9	38.5	39.6	37.7	37.6	10.4	41.3	40.8	41.0	40.4	40.4	40.8	40.5
	25/12/2542	14/03					20/03		14/01/2543	17/03					23/03		27/01/2544	23/04					29/04			
LPA	3.7	40.3	40.5	40.1	40.9	40.1	39.9	39.6	40.2	10.5	39.8	40.6	40.5	41.0	41.5	40.0	40.4	40.5	10.5	41.4	41.5	41.6	40.6	40.5	40.6	41.4
	25/12/2542	12/03					18/03		15/01/2543	01/04					07/04		21/11/2544	17/04					23/04			
PHR	5.0	39.7	37.4	36.5	37.2	38.5	39.2	40.4	38.4	11.7	39.8	40.1	39.0	39.2	38.5	38.9	39.4	39.3	11.5	39.5	39.0	39.5	38.8	39.1	39.8	39.3
	25/12/2542	28/03					03/04		3/02/2543	04/04					10/04		22/11/2544	18/04					24/04			
UTT	8.2	36.6	37.8	38.5	39.5	40.5	38.9	37.2	38.4	13.7	38.8	39.7	39.9	40.1	40.2	38.5	39.4	39.5	14.0	39.1	38.8	39.5	39.4	40.0	40.2	
	26/12/2542	30/03					05/04		3/02/2543	01/04					07/04		22/11/2544	18/04					24/04			
SKT	7.6	38.9	38.4	39.2	38.7	38.2	40.0	38.8	38.9	13.8	37.5	38.5	38.1	38.5	38.7	37.4	38.0	38.1	13.9	40.1	40.3	40.6	39.8	40.2	40.0	39.3
	25/12/2542	12/03					18/03		3/02/2543	01/04					07/04		28/11/2544	19/04					25/04			
PIJ	NA			NA						14.1	37.5	37.7	37.5	37.8	37.8	37.1	37.1	37.5	14.9	38.3	38.7	38.5	38.3	39.3	38.6	38.2
	NA			NA						3/02/2543	01/04				07/04		27/11/2544	19/04					25/04			
TAK	0.8	39.4	37.2	37.6	39.4	40.7	41.7	40.5	39.5	6.0	39.3	39.0	39.0	40.5	40.7	41.0	40.3	40.0	8.4	40.2	40.0	39.7	40.7	40.7	41.3	41.0
	27/12/2542	29/03					04/04		4/02/2543	01/04					07/04		21/02/2544	19/04					25/04			
PIL	8.9	37.1	38.3	39.0	39.3	38.3	36.9	36.7	37.9	14.0	38.2	38.6	38.3	39.5	39.6	37.7	38.5	38.6	13.5	39.1	39.6	39.2	39.1	39.0	39.7	38.8
	26/12/2542	31/03					06/04		3/02/2543	01/04					07/04		22/11/2544	17/04					23/04			
PEB	5.5	40.4	39.4	40.4	40.5	39.5	40.2	40.1	40.1	12.2	38.0	37.2	39.9	38.9	40.5	40.0	39.6	39.2	12.0	39.9	40.0	40.4	41.5	40.9	41.2	40.1
	25/12/2542	12/03					18/03		4/02/2543	31/03					06/04		22/11/2544	18/04					24/04			
KPP	8.2	39.4	38.8	38.7	38.9	37.4	38.1	38.0	38.5	14.0	39.2	39.6	40.2	38.3	39.1	38.8	39.1	39.2	14.5	40.0	40.2	40.6	40.5	40.1	40.5	40.5
	26/12/2542	11/03					17/03		3/02/2543	03/04					09/04		28/11/2544	17/04					23/04			

2545				2546				2547			
Max (Avg.)	Min	Max (7 day)		Max (Avg.)	Min	Max (7 day)		Max (Avg.)	Min	Max (7 day)	
37.9	9.4	36.3	36.8 37.2 37.6 37.8 38.0 38.5	37.5	10.4	35.0	35.8 37.0 37.7 38.8 38.8 35.2	36.9	9.1	38.1	37.6 36.8 38.2 37.2 38.5 37.0
	9/01/2545	16/04	22/04		22/12/2546	04/05	10/05		13/12/2547	25/03	
41.9	9.5	40.2	40.8 42.0 42.0 41.6 42.2 41.0	41.4	8.6	40.0	39.3 39.5 40.3 40.4 41.2 41.0	40.2	9.2	40.5	40.6 41.1 42.0 41.7 42.1 41.7
	25/02/2545	17/04	23/04		27/02/2546	11/04	17/04		20/01/2547	21/03	27/03
38.3	10.6	37.8	38.5 38.9 38.2 38.8 39.3 38.7	38.6	11.0	36.6	38.7 38.9 39.5 39.0 35.7 35.4	37.7	9.3	38.0	37.7 38.7 38.5 39.6 39.2 39.1
	23/12/2545	16/04	22/04		17/12/2546	04/05	10/05		13/12/2547	25/03	31/03
38.6	11.7	38.6	39.2 40.1 39.9 39.4 40.1 39.1	39.5	11.9	37.1	36.9 38.1 37.5 38.0 36.6 36.3	37.2	10.7	38.5	39.1 39.7 40.5 38.1 40.6 39.5
	7/01/2544	16/04	22/04		26/01/2546	06/04	12/04		20/12/2547	21/04	27/04
38.8	10.0	39.4	40.2 40.7 39.9 40.0 40.5 41.0	40.2	10.0	39.0	40.3 41.2 41.5 41.4 37.0 39.3	40.0	9.0	39.1	40.2 40.6 40.5 41.6 41.0 41.8
	22/12/2545	16/04	22/04		22/12/2546	04/05	10/05		20/12/2547	25/03	31/03
40.7	11.0	39.2	39.9 40.0 40.5 41.2 41.1 40.9	40.4	11.0	40.4	39.0 39.6 39.1 39.6 39.2 39.7	39.5	10.0	40.1	41.0 41.8 41.8 41.0 41.5 40.5
	23/12/2545	16/04	22/04		26/01/2546	08/04	14/04		21/01/2547	21/04	27/04
41.1	11.6	41.0	41.6 41.1 40.7 41.5 41.8 41.9	41.4	11.8	40.3	40.5 41.1 39.7 40.0 39.7 40.5	40.3	10.7	41.8	41.8 41.7 42.6 41.9 41.2 41.8
	4/01/2545	16/04	22/04		18/12/2546	06/04	12/04		20/12/2547	12/04	18/04
39.3	12.5	40.3	40.5 40.7 39.9 40.5 40.4 40.8	40.4	12.5	38.7	40.0 40.3 41.5 41.2 35.7 37.7	39.3	12.1	40.0	40.9 41.4 41.0 41.3 40.1 40.7
	4/01/2545	16/04	22/04		17/12/2546	04/05	10/05		20/12/2547	12/04	18/04
39.5	15.1	39.2	40.1 40.0 39.4 39.5 39.8 40.3	39.8	14.4	36.0	37.8 38.9 40.2 40.9 41.5 41.1	39.5	15.4	39.9	40.2 40.3 40.6 40.7 40.1 41.1
	3/01/2545	16/04	22/04		22/12/2546	02/05	08/05		20/12/2547	12/04	18/04
40.0	13.9	40.3	39.6 39.2 39.3 40.1 40.1 38.4	39.6	13.0	35.6	38.6 39.8 41.6 42.3 42.6 42.0	40.4	13.0	40.2	41.0 41.2 40.7 41.1 41.0 42.0
	5/01/2545	17/04	23/04		22/12/2546	02/05	08/05		9/12/2547	12/04	18/04
38.6	14.7	38.7	38.4 37.3 37.7 38.5 38.5 37.7	38.1	14.1	37.8	39.0 39.3 40.0 39.9 35.7 37.3	38.4	15.0	37.8	38.9 38.3 38.9 37.9 38.6 38.6
	4/01/2545	17/04	23/04		22/12/2546	04/05	10/05		9/12/2547	21/04	27/04
40.5	8.3	41.3	41.3 42.2 40.7 42.0 42.5 42.8	41.8	7.0	41.7	40.4 40.6 42.0 39.6 41.3 40.6	40.9	7.2	43.0	41.5 42.2 42.0 42.6 43.5 42.3
	21/12/2545	16/04	22/04		17/12/2546	08/04	14/04		26/02/2547	20/04	26/04
39.2	13.5	38.5	39.5 39.7 39.0 39.3 39.7 39.4	39.3	14.1	35.5	38.1 38.9 40.0 40.5 40.8 40.6	39.2	14.6	39.1	40.0 39.4 40.2 39.6 40.3 40.3
	4/01/2545	16/04	22/04		22/12/2546	02/05	08/05		14/12/2547	21/04	27/04
40.6	13.4	39.2	38.8 39.0 36.4 40.2 40.2 37.9	38.8	11.8	38.8	39.8 40.6 38.8 37.5 37.6 37.8	38.7	12.3	39.0	39.1 40.3 41.4 41.3 40.2 40.8
	4/01/2545	17/04	23/04		22/12/2546	05/05	11/05		14/12/2547	12/04	18/04
40.3	15.4	38.5	39.0 38.3 38.8 39.2 38.7 38.9	38.8	14.5	37.8	39.8 40.6 41.4 40.2 36.5 36.9	39.0	15.0	39.2	39.4 39.2 39.6 39.0 38.3 39.4
	5/01/2545	16/04	22/04		22/12/2546	04/05	10/05		26/10/2547	12/04	18/04

2548				2549				2550			
Max (Avg.)	Min	Max (7 day)		Max (Avg.)	Min	Max (7 day)		Max (Avg.)	Min	Max (7 day)	
37.6	8.8	37.6	38.0 38.2 37.9 36.8 37.4 36.4	37.5	7.6	34.0 34.8 36.8 38.1 37.5 36.2 37.9	36.5	9.1	36.5	36.9 36.4 37.3 39.2 37.5 37.8	
	20/12/2548	22/04	28/04		23/12/2549	08/04	14/04		21/01/2550	28/03	03/04
41.4	8.7	41.6 39.7 39.8 39.7 40.4 40.0 41.1	40.3	40.3	8.2	39.2 39.8 40.4 40.8 41.3 40.5 40.5	40.4	8.3	40.3 40.4 42.0 41.3 41.7 41.8 42.0		
	14/01/2548	13/04	19/04		23/12/2549	09/04	15/04		23/01/2550	19/04	25/04
38.7	9.4	38.5 39.0 38.3 37.5 36.8 38.0 38.5	38.1	38.1	6.8	38.4 37.0 38.2 39.3 39.7 38.8 39.0	38.6	9.4	38.5 38.5 37.5 39.3 39.7 39.0 38.2		
	20/12/2548	24/04	30/04		22/12/2549	08/04	14/04		21/01/2550	28/03	03/04
39.4	5.4	39.4 40.8 38.8 39.3 38.8 40.7 42.4	40.0	40.0	8.0	40.5 38.9 38.5 38.3 39.4 39.9 39.6	39.3	6.0	39.5 39.4 39.6 38.1 37.8 39.4 40.2		
	23/12/2548	25/04	01/05		23/12/2549	07/04	13/04		29/01/2550	27/03	02/04
40.7	8.9	36.8 39.0 39.4 40.5 40.0 40.0 39.4	39.3	39.3	6.0	38.8 37.8 38.2 39.9 40.0 39.8 39.1	39.1	6.3	40.1 39.2 37.1 39.8 40.2 40.6 39.4		
	20/12/2548	27/03	02/04		22/12/2549	22/03	28/03		2/02/2550	28/03	03/04
41.1	10.9	39.5 39.8 38.5 39.7 40.6 40.0 38.5	39.5	39.5	8.8	39.8 40.4 38.0 37.0 39.0 40.5 40.9	39.4	9.7	38.4 40.2 41.5 41.5 41.9 41.6 41.9		
	14/01/2548	26/04	02/05		22/12/2549	06/04	12/04		22/01/2550	19/04	25/04
41.8	10.3	39.3 38.9 40.4 41.0 41.9 41.9 40.5	40.6	40.6	8.4	39.4 40.1 39.8 40.1 40.2 40.6 41.0	40.2	9.4	37.8 40.1 41.5 42.0 42.1 42.7 42.6		
	20/12/2548	27/03	02/04		22/12/2549	07/04	13/04		2/02/2550	19/04	25/04
40.8	11.7	37.1 37.9 38.7 38.9 40.3 40.9 39.0	39.0	39.0	9.5	38.2 39.0 39.7 39.0 39.3 39.9 38.8	39.1	9.9	39.3 39.7 39.3 36.6 39.2 40.3 40.4		
	20/12/2548	27/03	02/04		22/12/2549	09/04	15/04		2/02/2550	27/03	02/04
40.4	13.3	36.5 37.8 38.7 39.7 40.5 40.2 38.1	38.8	38.8	12.2	35.9 38.0 38.6 38.8 38.7 38.7 37.8	38.1	12.9	38.6 39.4 40.1 40.8 41.6 40.2 37.5		
	2/01/2548	27/03	02/04		23/12/2549	22/03	28/03		2/02/2550	20/04	26/04
41.0	11.9	39.6 41.4 39.2 40.0 38.4 39.5 39.5	39.7	39.7	12.0	39.1 39.8 39.1 39.2 39.6 39.3 38.2	39.2	11.0	39.7 39.4 38.4 40.6 41.4 41.4 41.0		
	2/01/2548	25/04	01/05		23/12/2549	09/04	15/04		2/02/2550	28/03	03/04
38.4	13.4	36.4 37.0 37.7 36.6 38.8 38.5 37.2	37.5	37.5	12.2	36.2 36.5 37.5 37.3 37.5 37.4 36.7	37.0	13.0	38.1 37.9 38.0 38.0 38.5 38.0 38.0		
	3/01/2548	24/04	30/04		22/12/2549	22/03	28/03		30/01/2550	28/03	03/04
42.4	7.1	38.5 40.5 40.5 42.0 42.4 43.0 40.5	41.1	41.1	3.5	37.9 40.3 42.1 41.2 41.0 42.2 40.4	40.7	5.6	40.7 42.3 43.2 41.7 43.2 43.6 44.0		
	4/01/2548	27/03	02/04		24/12/2549	08/04	14/04		2/02/2550	19/04	25/04
39.8	13.0	36.5 37.0 38.1 39.1 39.4 39.1 38.4	38.2	38.2	12.1	35.7 37.2 37.6 38.0 38.1 38.5 38.6	37.7	13.2	38.1 38.2 37.1 37.9 38.6 38.5 38.5		
	2/01/2548	27/03	02/04		22/12/2549	08/04	14/04		4/02/2550	28/03	03/04
40.3	11.4	39.8 40.8 40.7 40.3 38.8 37.8 41.1	39.9	39.9	9.8	37.4 38.4 39.4 39.2 40.0 38.6 38.3	38.8	11.0	40.6 38.6 39.2 38.8 40.7 41.1 39.0		
	3/01/2548	27/04	03/05		24/12/2549	23/03	29/03		30/11/2550	27/03	02/04
39.2	13.1	36.0 38.5 38.7 39.6 40.2 39.4 39.0	38.8	38.8	12.3	37.5 38.3 38.7 38.5 38.9 39.0 36.6	38.2	13.3	38.2 39.6 39.7 40.6 41.3 39.5 35.9		
	2/01/2548	27/03	02/04		24/12/2549	09/04	15/04		2/02/2550	20/04	26/04

		2551				2552			
Max (Avg.)	Min	Max (7 day)		Max (Avg.)	Min	Max (7 day)		Max (Avg.)	
37.4	7.6	35.2 35.9 36.6 37.0 36.1 35.8 36.2	36.1	8.0	36.5 34.8 35.5 37.0 37.6 38.4 36.6	36.6			
	1/12/2551	07/04	13/04	16/01/2552	19/04	25/04			
41.4	10.2	39.8 40.8 41.4 41.4 41.3 40.8 42.4	41.1	8.0	37.7 38.3 37.6 38.2 39.2 40.5 40.4	38.8			
	16/01/2551	16/04	22/04	16/01/2552	19/04	25/04			
38.7	7.9	36.0 37.3 38.0 38.0 37.7 38.1 38.2	37.6	8.1	36.8 35.8 36.0 36.9 37.8 38.5 39.2	37.3			
	1/12/2551	07/04	13/04	16/01/2552	19/04	25/04			
39.1	8.2	37.7 40.1 39.2 38.7 39.1 39.2 38.9	39.0	8.0	39.3 38.6 36.9 37.3 39.0 38.5 40.1	38.5			
	3/01/2551	16/04	22/04	14/01/2552	19/04	25/04			
39.5	6.0	37.6 38.6 39.2 38.7 37.4 39.2 39.7	38.6	6.5	38.7 36.8 37.1 39.2 40.0 41.2 40.2	39.0			
	3/01/2551	07/04	13/04	16/01/2552	19/04	25/04			
41.0	10.5	39.8 40.8 41.4 41.4 41.3 40.8 42.4	41.1	9.3	40.3 39.7 38.9 38.7 39.0 39.7 40.5	39.5			
	1/12/2551	16/04	22/04	16/01/2552	19/04	25/04			
41.3	10.0	39.7 40.2 40.7 41.5 40.5 40.6 40.1	40.5	8.2	39.0 39.2 39.2 39.6 39.8 40.5 42.3	39.9			
	1/12/2551	10/04	16/04	16/01/2552	19/04	25/04			
39.3	10.7	37.5 39.5 38.4 38.0 38.7 39.2 40.0	38.8	9.2	38.1 38.9 38.0 38.8 39.2 40.0 40.6	39.1			
	2/12/2551	16/04	22/04	16/01/2552	19/04	25/04			
39.7	12.8	39.3 39.5 37.0 39.5 38.1 40.0 38.7	38.9	10.9	39.0 39.2 38.8 39.5 39.5 39.7 40.2	39.4			
	3/01/2551	12/04	18/04	15/01/2552	19/04	25/04			
40.3	11.2	39.2 39.8 36.6 39.4 37.8 40.0 39.4	38.9	11.4	38.4 38.7 40.1 39.3 40.2 41.6 41.5	40.0			
	3/01/2551	12/04	18/04	15/01/2552	19/04	25/04			
38.1	11.6	36.0 37.6 37.3 37.1 36.5 37.1 37.5	37.0	9.8	37.2 37.7 38.0 37.2 37.8 39.2 38.9	38.0			
	3/01/2551	16/04	22/04	15/01/2552	19/04	25/04			
42.7	7.0	41.9 39.5 41.7 40.6 40.5 41.2 42.0	41.1	4.3	39.5 39.5 38.4 39.4 39.7 39.0 40.2	39.4			
	14/01/2551	15/04	21/04	14/01/2552	22/02	28/02			
38.1	12.2	37.0 38.6 38.0 38.3 37.0 38.0 38.7	37.9	10.4	37.6 37.5 38.4 38.1 38.6 39.5 39.0	38.4			
	3/01/2551	16/04	22/04	16/01/2552	19/04	25/04			
39.7	9.5	38.4 39.2 38.5 39.5 39.6 37.7 38.0	38.7	8.8	38.8 38.2 37.7 38.1 38.8 39.2 38.9	38.5			
	3/01/2551	09/04	15/04	12/01/2552	20/02	26/02			
39.3	13.7	36.8 39.5 38.5 38.7 37.7 38.7 39.6	38.5	11.6	37.8 37.9 39.0 38.9 39.2 39.4 40.1	38.9			
	3/01/2551	16/04	22/04	14/01/2552	19/04	25/04			

ตัวอย่างอุณหภูมปี 2542

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศเขียงราย

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 394 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	29.4	12.0	0.0	33.0	17.6	0.0	25.9	19.9	0.0	35.2	20.7	0.0
2	29.0	12.3	0.0	32.5	14.0	0.0	31.7	17.4	0.0	36.7	21.1	0.0
3	29.2	14.8	T	30.8	12.6	0.0	34.3	17.8	0.0	37.4	20.8	0.0
4	27.6	17.3	0.0	25.8	18.7	0.0	33.7	14.3	0.0	35.9	22.0	0.0
5	29.4	13.5	0.0	28.2	17.9	0.0	33.5	14.0	0.0	33.3	23.5	0.0
6	29.4	12.4	0.0	27.1	15.0	0.0	34.8	14.4	0.0	32.7	21.9	0.0
7	28.5	11.6	0.0	28.2	14.8	0.0	34.6	13.6	0.0	27.4	21.8	T
8	27.7	11.8	0.0	28.6	15.2	0.0	35.2	14.5	0.0	30.4	21.4	3.4
9	28.2	12.7	0.0	28.8	16.4	0.0	35.4	15.2	0.0	31.7	20.0	3.9
10	27.8	13.7	0.0	31.4	15.2	0.0	35.7	15.6	0.0	32.5	20.5	20.0
11	29.3	16.4	0.0	31.9	16.5	0.0	35.9	16.4	0.0	34.1	19.7	0.0
12	29.1	16.9	0.0	31.1	16.6	0.0	36.9	14.4	0.0	35.7	20.6	0.0
13	25.3	18.9	0.3	29.2	17.6	9.5	36.6	14.8	0.0	35.4	23.2	0.0
14	29.7	19.0	0.0	29.8	18.4	0.2	36.1	16.4	0.0	32.3	23.5	6.4
15	30.0	18.0	18.3	32.1	17.7	0.3	35.2	18.0	0.0	27.6	22.4	14.9
16	22.8	19.0	13.3	31.9	18.4	0.0	36.3	17.2	0.0	31.6	23.5	4.0
17	24.7	17.4	3.9	34.3	18.2	0.0	36.4	17.3	0.0	33.0	21.7	3.8
18	27.3	18.2	0.4	35.0	14.9	0.0	36.2	14.7	0.0	33.7	21.5	3.4
19	25.8	16.9	0.0	30.6	13.1	0.0	36.2	13.7	0.0	33.3	21.8	44.3
20	27.6	16.5	0.0	30.4	15.4	0.0	36.2	14.1	0.0	33.7	22.5	0.0
21	28.6	16.6	0.0	31.3	17.6	0.0	36.6	15.2	0.0	34.2	21.3	0.0
22	30.3	15.6	0.0	31.1	17.4	0.0	37.8	16.4	0.6	35.4	23.0	0.0
23	31.4	15.8	0.0	33.1	17.8	0.0	33.8	22.0	44.5	35.4	24.1	0.0
24	29.8	12.4	0.0	33.2	16.2	0.0	32.3	19.2	T	35.5	23.0	0.0
25	29.6	12.1	0.0	35.0	16.9	0.0	35.7	19.8	0.0	36.3	23.5	0.0
26	31.2	13.3	0.0	34.8	16.6	0.0	35.2	17.9	0.0	36.6	25.0	T
27	31.7	14.2	0.0	33.6	17.4	0.0	35.9	16.5	0.0	27.7	25.2	5.4
28	30.2	14.7	0.0	31.3	18.3	4.4	36.1	17.0	0.0	32.5	20.6	1.0
29	28.5	17.0	0.0	-	-	-	34.8	17.2	0.0	29.1	23.5	0.5
30	30.7	18.6	1.7	-	-	-	34.9	18.8	0.0	33.4	22.0	0.0
31	32.6	18.6	0.0	-	-	-	35.1	22.5	0.0	-	-	-
รวม	892.4	478.2	37.9	874.1	462.4	14.4	1085.0	516.2	45.1	999.7	665.3	111.0
เฉลี่ย	28.8	15.4	1.2	31.2	16.5	0.5	35.0	16.7	1.5	33.3	22.2	3.7
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			37.9				52.3				97.4	208.4

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศแม่ฮ่องสอน

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 267 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	31.7	12.9	0.0	35.6	17.8	0.0	32.5	19.8	0.0	39.6	22.7	0.0
2	31.5	13.5	0.0	35.8	17.0	0.0	36.6	19.1	0.0	40.5	20.4	0.0
3	31.0	14.5	0.0	34.4	13.5	0.0	36.3	16.7	0.0	41.2	20.7	0.0
4	30.6	11.8	0.0	34.5	17.5	0.0	37.2	16.3	0.0	39.2	22.7	0.0
5	30.6	12.8	0.0	34.0	18.9	0.0	37.2	16.0	0.0	33.2	25.2	0.0
6	31.1	12.7	0.0	33.5	21.5	0.0	37.1	15.2	0.0	37.5	22.4	35.5
7	30.0	14.0	0.0	34.2	19.0	0.0	36.6	15.5	0.0	35.0	21.6	35.9
8	30.5	15.5	0.0	32.4	18.9	0.0	36.8	16.5	0.0	34.4	20.5	0.0
9	30.2	15.4	0.0	33.4	19.0	0.0	37.1	17.0	0.0	37.0	23.6	T
10	30.2	15.6	0.0	34.3	19.3	0.0	38.2	18.0	0.0	36.5	24.5	0.0
11	32.0	18.5	0.0	34.8	19.1	0.0	38.7	17.7	0.0	37.8	21.7	0.0
12	31.5	15.2	0.0	34.8	18.5	0.0	38.2	16.4	0.0	38.9	22.4	0.0
13	31.7	17.3	0.0	34.6	19.6	0.0	38.5	17.5	0.0	36.2	24.0	0.0
14	32.9	18.4	5.0	36.0	19.0	0.0	38.7	18.7	0.0	34.6	23.5	7.1
15	33.5	19.0	0.1	36.2	18.5	0.0	39.2	21.4	0.0	26.5	22.9	20.8
16	32.2	20.6	1.4	36.0	18.3	0.0	39.5	22.5	0.0	33.3	22.5	13.7
17	32.2	18.8	0.4	37.0	18.3	0.0	39.3	23.2	0.0	35.0	23.0	0.0
18	32.5	18.6	0.0	37.2	16.7	0.0	38.2	17.0	0.0	36.8	23.4	0.0
19	33.5	17.0	0.0	35.5	15.1	0.0	38.4	18.2	0.0	36.9	24.2	0.0
20	33.2	15.4	0.0	35.5	17.5	0.0	39.0	18.5	0.0	38.4	23.3	0.0
21	32.8	16.0	0.0	35.6	19.0	1.1	37.7	21.3	0.0	38.5	25.5	0.0
22	33.4	14.7	0.0	35.2	20.7	0.0	38.9	20.8	0.0	38.2	26.1	0.0
23	34.0	14.0	0.0	35.6	19.6	0.0	37.9	21.5	12.4	38.2	25.2	0.0
24	33.4	11.5	0.0	36.0	18.2	0.0	37.2	22.0	0.0	38.5	26.0	0.0
25	32.6	10.5	0.0	37.2	15.9	0.0	37.7	23.6	0.0	39.4	26.0	0.0
26	33.3	10.8	0.0	37.6	16.5	0.0	38.2	20.4	0.0	39.5	27.9	0.0
27	33.5	12.5	0.0	36.0	17.9	0.0	37.6	20.2	0.0	37.8	28.5	17.9
28	34.0	14.3	0.0	33.0	18.8	6.0	38.8	20.0	0.0	35.0	23.6	0.0
29	34.6	16.6	0.0	-	-	-	39.3	18.5	0.0	37.4	25.4	0.0
30	34.5	20.5	0.0	-	-	-	39.0	18.7	0.0	37.2	24.2	0.0
31	35.5	20.2	0.0	-	-	-	38.4	22.9	0.0	-	-	-
รวม	1004.2	479.1	6.9	985.9	509.6	7.1	1174.0	591.1	12.4	1108.2	713.6	130.9
เฉลี่ย	32.4	15.5	0.2	35.2	18.2	0.3	37.9	19.1	0.4	36.9	23.8	4.4
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			6.9				14.0			26.4		
										157.3		

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมวทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิตั้งสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศพะเยา

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 377 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	30.1	12.6	0.0	34.3	9.8	0.0	25.2	19.8	2.3	36.6	25.8	0.0
2	29.0	12.5	0.0	33.1	15.8	0.0	31.3	18.8	0.0	36.1	25.8	0.0
3	29.8	16.2	0.0	31.8	14.4	0.0	34.1	18.9	0.0	38.1	22.2	0.0
4	29.2	18.3	0.0	29.3	21.9	0.0	34.8	17.0	0.0	35.1	26.8	0.0
5	29.9	15.2	0.0	29.1	17.4	0.0	35.6	16.0	0.0	35.9	26.8	0.0
6	29.2	13.5	0.0	28.8	16.8	0.0	36.2	15.5	0.0	32.6	22.5	0.0
7	28.8	12.5	0.0	29.8	15.6	0.0	35.6	15.3	0.0	32.3	24.3	6.2
8	29.1	12.6	0.0	30.5	15.6	0.0	35.6	17.4	0.0	29.5	22.8	1.8
9	29.5	12.7	0.0	30.1	17.2	0.0	36.3	17.9	0.0	32.2	22.8	0.2
10	30.2	14.0	0.0	32.4	15.6	0.0	36.7	18.4	0.0	33.4	22.2	4.1
11	30.2	14.0	0.0	33.7	16.3	0.0	37.2	18.1	0.0	35.8	22.0	0.0
12	30.3	15.2	0.0	32.6	16.2	0.0	37.4	20.8	0.0	35.7	24.4	0.0
13	35.3	15.1	T	30.6	16.4	0.0	37.3	18.3	0.0	36.4	25.3	0.0
14	31.1	18.4	0.0	32.4	18.3	0.0	38.0	18.3	0.0	32.3	25.0	6.9
15	31.7	18.5	19.7	33.8	18.8	0.0	37.5	18.8	0.0	31.0	23.7	24.3
16	25.8	18.4	1.6	34.0	19.2	0.0	37.7	20.9	0.0	33.6	22.7	0.0
17	27.8	17.5	0.0	35.2	18.7	0.0	36.8	20.8	0.0	34.4	23.4	10.3
18	27.1	18.0	0.0	36.2	17.5	0.0	36.9	17.2	0.0	33.8	23.8	1.2
19	28.1	17.6	0.0	32.9	14.2	0.0	37.3	15.7	0.0	33.2	23.3	2.6
20	27.6	17.0	0.0	31.3	21.3	0.0	37.6	18.1	0.0	35.2	24.0	1.6
21	29.6	17.1	0.0	33.2	21.6	0.0	37.6	18.3	0.0	35.3	22.8	0.0
22	32.1	15.5	0.0	32.7	21.8	0.0	37.9	18.9	T	35.1	25.5	0.0
23	31.3	15.5	0.0	34.2	21.4	0.0	34.1	23.6	13.2	36.2	26.3	0.0
24	30.3	14.1	0.0	34.5	18.7	0.0	32.6	20.6	2.0	36.6	25.2	0.0
25	30.2	13.5	0.0	35.8	18.8	0.0	36.1	23.3	0.0	37.4	25.3	0.0
26	32.1	14.0	0.0	36.2	18.5	0.0	36.4	22.3	0.0	35.8	26.8	0.0
27	32.4	16.5	0.0	35.5	18.1	0.0	36.7	21.5	0.0	27.8	27.5	87.6
28	30.6	15.9	0.0	31.5	20.1	27.8	37.4	19.4	0.0	32.8	22.8	74.1
29	27.9	18.8	0.4	-	-	-	36.6	21.2	0.0	28.7	22.4	1.8
30	31.4	19.5	0.0	-	-	-	35.2	23.3	0.0	33.2	23.0	0.0
31	33.8	21.8	0.0	-	-	-	35.1	25.4	0.0	-	-	-
รวม	931.5	492.0	21.7	915.5	496.0	27.8	1110.8	599.8	17.5	1022.1	727.2	222.7
เฉลี่ย	30.0	15.9	0.7	32.7	17.7	1.0	35.8	19.3	0.6	34.1	24.2	7.4
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			21.7				49.5				67.0	289.7

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมวทยา

ศูนย์อุตุณยมวทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 312 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	31.0	14.4	0.0	34.9	20.0	0.0	24.5	19.8	0.2	37.5	23.1	0.0
2	31.0	15.4	0.0	34.0	18.5	0.0	32.7	19.7	0.0	36.4	23.2	0.0
3	30.3	17.3	0.0	33.2	18.9	0.0	34.4	18.5	0.0	38.0	23.0	0.0
4	30.1	16.4	0.0	30.6	23.7	0.0	35.2	18.6	0.0	34.6	25.4	0.0
5	29.8	17.0	0.0	30.5	20.0	0.0	34.5	17.1	0.0	35.0	23.9	0.0
6	30.9	15.9	0.0	30.6	18.3	0.0	35.5	16.8	0.0	32.4	23.0	1.7
7	29.7	15.5	0.0	30.8	18.1	0.0	34.5	17.4	0.0	32.1	21.8	0.3
8	28.7	15.4	0.0	31.3	17.2	0.0	33.9	18.3	0.0	32.9	23.2	T
9	29.7	15.0	0.0	30.1	18.1	0.0	34.7	17.5	0.0	32.1	23.4	0.2
10	29.0	15.1	0.0	32.5	18.2	0.0	35.1	17.9	0.0	33.5	23.2	1.5
11	30.6	20.4	0.0	33.5	18.4	0.0	36.6	18.0	0.0	33.7	22.7	0.0
12	30.2	17.3	0.0	32.6	18.6	0.0	36.1	16.0	0.0	35.5	22.9	0.0
13	23.9	21.3	0.2	33.2	20.5	0.0	35.6	17.9	0.0	34.9	25.6	0.7
14	28.5	18.9	0.0	32.6	20.1	0.0	36.3	17.6	0.0	30.3	24.5	22.9
15	31.3	19.5	27.9	34.3	21.2	0.0	38.2	19.8	0.0	30.0	23.0	2.4
16	30.1	21.3	T	33.7	20.2	0.0	36.5	19.8	0.0	29.8	23.8	1.6
17	28.8	20.3	0.0	34.3	20.3	0.0	37.5	21.6	0.0	34.7	23.4	0.0
18	30.0	19.2	0.0	36.6	18.6	0.0	35.3	16.5	0.0	35.4	24.5	0.0
19	31.6	18.9	0.0	32.6	17.2	0.0	36.2	18.6	0.0	34.3	22.1	T
20	31.0	19.9	0.0	32.7	21.8	0.0	36.5	19.5	0.0	34.9	24.0	0.0
21	31.6	18.9	0.0	32.0	21.4	0.0	36.6	18.7	0.0	35.4	24.6	0.0
22	32.0	17.3	0.0	33.0	21.6	0.0	37.6	20.1	0.0	36.4	24.0	0.0
23	32.3	16.5	0.0	34.5	21.9	0.0	32.3	22.6	22.4	35.2	23.6	0.0
24	32.4	15.5	0.0	34.5	20.6	0.0	33.7	21.3	0.0	35.5	24.3	0.0
25	32.5	13.5	0.0	36.0	19.4	0.0	34.6	22.1	0.0	36.4	24.3	0.0
26	33.5	14.1	0.0	36.0	18.7	0.0	35.5	19.8	0.0	36.4	25.6	0.0
27	33.7	16.1	0.0	36.3	19.8	1.2	35.8	19.7	0.0	32.2	25.1	0.0
28	31.7	17.3	3.6	30.6	22.1	65.2	35.3	20.5	0.0	34.5	24.1	0.0
29	30.9	22.1	0.0	-	-	-	35.8	19.8	0.0	30.5	24.6	0.0
30	32.0	22.1	0.0	-	-	-	34.6	21.3	0.0	34.7	23.0	0.0
31	34.1	21.0	0.0	-	-	-	34.2	24.4	0.0	-	-	-
รวม	952.9	548.8	31.7	927.5	553.4	66.4	1085.8	597.2	22.6	1025.2	712.9	31.3
เฉลี่ย	30.7	17.7	1.0	33.1	19.8	2.4	35.0	19.3	0.7	34.2	23.8	1.0
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			31.7				98.1				120.7	152.0

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศท่าวังผา จ.น่าน

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 235 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	29.9	14.4	0.0	35.3	18.9	0.0	27.6	22.2	T	36.7	23.7	0.0
2	29.8	14.0	0.0	35.4	16.2	0.0	34.3	18.6	0.0	37.7	23.2	0.0
3	-	15.7	1.5	32.8	14.2	0.0	35.8	18.2	0.0	39.0	22.2	0.0
4	29.5	15.8	0.0	29.2	18.3	0.0	36.3	15.9	0.0	37.4	25.2	0.0
5	29.7	13.7	0.0	28.3	16.2	0.0	36.6	13.7	0.0	34.5	23.6	0.2
6	29.5	12.5	0.0	29.2	-	0.0	37.4	16.7	0.0	31.4	23.3	0.0
7	28.0	12.5	0.0	30.5	14.2	0.0	37.2	14.8	0.0	34.2	22.8	12.4
8	28.5	12.4	0.0	30.8	14.3	0.0	37.1	15.3	0.0	30.7	23.2	14.2
9	28.8	11.6	0.0	31.6	14.6	0.0	37.0	14.3	0.0	31.6	23.2	-
10	28.8	-	0.0	32.5	15.3	0.0	37.3	14.8	0.0	-	-	0.7
11	-	-	0.0	34.3	14.3	0.0	-	14.4	0.0	-	23.7	
12	29.8	14.8	0.0	-	16.9	0.0	38.4	14.6	0.0	-	-	-
13	25.2	19.5	0.0	32.3	18.7	0.0	38.3	15.2	0.0	-	-	-
14	30.5	19.6	0.0	-	-	0.0	37.8	15.9	0.0	-	-	-
15	31.1	17.6	0.0	33.6	15.5	0.0	38.5	16.1	0.0	-	-	-
16	30.1	17.9	5.2	33.9	16.7	0.0	38.3	18.5	0.0	31.7	-	9.3
17	28.3	15.6	0.0	34.5	16.8	0.0	38.5	-	0.0	32.0	25.0	8.9
18	30.0	16.8	0.0	35.3	-	0.0	37.4	16.2	0.0	34.6	24.4	4.7
19	31.3	16.6	0.0	33.0	14.1	0.0	37.7	13.8	0.0	35.0	23.2	0.0
20	31.3	16.7	0.0	31.0	17.5	0.0	37.3	16.5	0.0	33.1	23.9	T
21	30.8	15.1	0.0	32.7	-	0.0	38.9	16.7	0.0	35.5	23.6	0.0
22	32.2	14.3	0.0	32.5	15.6	0.0	39.5	16.9	0.0	36.4	24.7	0.0
23	32.3	13.1	0.0	34.7	18.8	0.0	34.6	-	41.0	35.3	24.3	0.0
24	32.3	12.3	0.0	-	18.9	0.0	33.5	21.2	4.2	36.3	24.9	0.0
25	33.0	10.5	0.0	36.5	17.2	0.0	36.3	22.6	0.0	37.2	25.6	0.0
26	32.2	13.0	0.0	36.8	17.6	0.0	36.9	22.5	0.0	36.8	25.8	0.0
27	33.5	16.8	0.0	37.1	17.9	0.0	37.5	19.0	0.0	32.5	27.5	8.5
28	33.8	-	0.0	33.6	20.1	4.1	38.3	18.9	0.0	32.7	22.5	0.0
29	25.5	19.9	0.0	-	-	-	-	24.2	0.0	32.1	24.2	0.0
30	32.3	18.7	0.0	-	-	-	35.0	21.9	0.0	36.2	24.7	0.0
31	33.4	-	0.1	-	-	-	35.5	23.0	0.0	-	-	-
รวม	881.4	411.4	6.8	827.4	398.8	4.1	1064.8	512.6	45.2	830.6	578.4	102.1
เฉลี่ย	30.4	15.2	0.2	33.1	16.6	0.1	36.7	17.7	1.5	34.6	24.1	4.3
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			6.8			10.9			56.1			158.2

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมวทยา

ศูนย์อุตุณยมวทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศน่าน

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 200 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	31.6	13.1	0.0	17.7	20.0	0.0	32.0	22.5	1.4	37.2	22.0	0.0
2	31.8	15.4	0.0	36.9	17.7	0.0	34.2	19.2	4.9	38.1	22.9	0.0
3	31.0	15.9	0.0	33.4	16.1	0.0	37.3	19.0	0.0	<u>39.5</u>	22.4	0.0
4	30.9	15.5	0.0	30.0	19.2	0.0	37.0	17.6	0.0	38.8	25.5	31.6
5	31.3	14.4	0.0	29.9	15.5	0.0	37.8	16.3	0.0	35.0	22.4	2.0
6	31.1	13.6	0.0	30.7	<u>14.0</u>	0.0	37.9	17.4	0.0	30.9	22.3	0.0
7	29.7	13.5	0.0	31.7	14.5	0.0	37.2	15.9	0.0	34.3	22.5	24.1
8	29.8	13.0	0.0	32.4	15.3	0.0	36.6	16.2	0.0	31.0	22.1	0.4
9	30.6	<u>12.2</u>	0.0	32.2	15.5	0.0	37.0	<u>14.9</u>	0.0	33.1	23.2	3.7
10	31.1	14.8	0.0	34.5	16.0	0.0	37.3	15.3	0.0	34.5	21.8	2.0
11	30.0	15.5	0.0	35.4	15.7	0.0	38.2	15.0	0.0	33.7	22.8	0.0
12	31.5	16.5	0.0	34.3	18.2	0.0	38.5	15.0	0.0	36.1	24.6	0.0
13	24.8	19.4	0.0	32.7	19.0	0.0	39.2	15.7	0.0	36.8	24.2	0.0
14	32.3	19.1	0.0	31.2	17.2	0.0	38.9	16.9	0.0	35.2	24.5	37.7
15	31.3	18.2	0.0	34.2	16.8	0.0	39.5	16.5	0.0	32.0	23.0	10.3
16	29.6	19.5	0.0	34.0	17.8	0.0	40.0	18.5	0.0	34.1	23.5	0.0
17	31.0	16.5	0.0	35.7	17.7	0.0	39.0	20.0	0.0	34.0	24.5	6.6
18	32.3	16.6	0.0	36.7	17.8	0.0	38.4	17.2	0.0	35.0	23.3	0.5
19	33.7	16.9	0.0	33.5	15.6	0.0	38.1	-	0.0	35.2	23.2	0.2
20	33.0	16.7	0.0	30.7	17.5	0.0	38.9	17.3	0.0	34.0	22.8	0.0
21	33.0	16.5	0.0	32.6	17.9	0.0	39.5	17.5	0.0	36.0	23.1	0.0
22	33.5	15.0	0.0	33.5	16.3	0.0	39.2	18.0	0.0	36.5	23.9	0.0
23	34.0	14.2	0.0	35.0	18.2	0.0	34.7	24.0	52.8	36.4	23.0	0.0
24	34.0	14.3	0.0	35.9	17.6	0.0	33.7	20.5	0.0	36.8	24.0	0.0
25	33.6	13.4	0.0	37.3	17.2	0.0	37.4	22.5	0.0	37.8	23.7	0.0
26	33.3	14.5	0.0	37.2	18.3	0.0	38.2	22.3	0.0	37.6	24.5	0.0
27	34.5	18.1	0.0	38.1	18.5	0.0	37.5	19.2	0.0	34.8	25.3	T
28	34.3	18.0	0.0	34.5	21.3	0.0	39.1	19.4	0.0	34.1	21.7	0.0
29	24.0	19.8	0.0	-	-	-	35.9	22.5	0.0	33.7	23.6	0.0
30	34.0	19.5	T	-	-	-	35.5	22.5	0.0	36.7	23.8	0.0
31	35.2	19.6	0.0	-	-	-	36.4	22.5	0.0	-	-	-
รวม	981.8	499.2	0.0	931.9	482.4	0.0	1160.1	557.3	59.1	1058.9	700.1	119.1
เฉลี่ย	31.7	16.1	0.0	33.3	17.2	0.0	37.4	18.6	1.9	34.2	22.6	3.8
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			T				T				59.1	178.2

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมวทยา

ศูนย์อุตุณยมวทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศลำพูน

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 269 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	30.4	11.9	0.0	35.4	19.5	0.0	25.8	18.4	0.2	37.6	23.2	0.0
2	30.9	14.4	0.6	36.0	17.7	0.0	34.2	19.3	0.0	37.8	22.7	0.0
3	31.2	17.8	0.0	32.8	17.5	0.0	35.8	18.8	0.0	<u>38.8</u>	22.8	0.0
4	30.5	14.6	0.0	30.9	20.8	0.0	36.0	17.2	0.0	35.6	24.5	0.0
5	30.6	15.6	0.0	31.0	20.5	0.0	37.0	16.5	0.0	35.5	22.8	T
6	30.4	15.1	0.0	31.5	16.2	0.0	37.0	15.3	0.0	31.9	22.5	9.7
7	29.2	15.0	0.0	31.3	16.5	0.0	36.2	16.7	0.0	31.7	-	0.8
8	29.5	13.0	0.0	31.3	15.1	0.0	35.7	16.2	0.0	32.2	22.1	0.0
9	29.7	13.1	0.0	30.9	16.2	0.0	35.8	16.4	0.0	33.2	22.8	0.0
10	29.9	13.5	0.0	33.2	16.9	0.0	37.7	17.2	0.0	32.7	22.3	1.3
11	30.5	13.5	0.0	34.5	17.1	0.0	38.3	17.6	0.0	35.1	22.3	0.0
12	30.9	15.6	0.0	33.4	16.8	0.0	38.2	16.4	0.0	37.0	22.4	0.0
13	25.2	19.9	0.0	33.7	19.5	0.0	37.8	15.8	0.0	35.0	24.2	0.0
14	29.7	19.0	0.0	34.7	18.9	0.0	38.7	16.6	0.0	31.1	24.4	22.6
15	32.6	19.6	0.0	34.8	19.1	0.0	39.2	18.3	0.0	30.3	<u>22.0</u>	0.4
16	30.1	21.8	7.3	35.0	20.3	0.0	38.1	18.0	0.0	33.1	22.9	0.0
17	29.7	18.7	0.0	36.5	18.9	0.0	38.3	21.2	0.0	35.0	23.3	0.0
18	31.0	19.4	0.2	36.9	17.9	0.0	38.1	16.0	0.0	35.3	23.9	T
19	32.2	17.8	0.0	33.2	17.1	0.0	38.3	17.4	0.0	36.1	22.5	0.0
20	32.0	19.0	0.0	33.5	21.6	0.0	38.4	17.8	0.0	36.3	23.7	0.0
21	31.8	17.7	0.0	33.8	20.6	0.0	37.4	17.3	0.0	36.5	23.7	0.0
22	33.1	16.2	0.0	34.9	20.9	0.0	38.7	19.6	16.7	37.5	23.3	25.3
23	33.6	15.1	0.0	36.0	19.8	0.0	33.7	20.9	36.4	36.8	23.9	0.0
24	33.5	14.2	0.0	37.2	19.6	0.0	34.3	20.0	0.0	36.2	23.3	0.0
25	33.2	12.2	0.0	37.6	18.2	0.0	36.5	22.2	0.0	37.8	23.8	0.0
26	34.8	13.6	0.0	38.2	18.2	0.0	36.0	20.7	0.0	36.8	25.1	0.0
27	34.7	16.1	0.0	37.1	18.4	0.0	36.2	18.9	0.0	34.0	25.7	0.0
28	33.7	17.1	0.2	31.7	22.1	14.7	37.3	19.9	0.0	33.5	23.2	0.0
29	31.0	21.4	0.0	-	-	-	36.2	19.2	0.0	29.7	24.4	0.1
30	33.7	20.8	0.0	-	-	-	36.2	21.2	0.0	34.2	-	0.0
31	35.2	19.6	0.0	-	-	-	34.8	24.4	0.0	-	-	-
รวม	974.5	512.3	8.3	957.0	521.9	14.7	1131.9	571.4	53.3	1044.3	653.7	60.2
เฉลี่ย	31.4	16.5	0.3	34.2	18.6	0.5	36.5	18.4	1.7	34.8	23.3	2.0
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			8.3				23.0				76.3	136.5

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมวทยา

ศูนย์อุตุณยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิต่ำสุด-ค่าสูงสุด และฝน สถานีตรวจอากาศลำปาง

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 241 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	32.1	13.3	0.0	37.2	20.8	0.0	24.7	20.5	0.0	38.3	24.0	0.0
2	32.5	15.0	0.0	37.2	19.0	0.0	36.0	19.4	0.0	39.5	24.5	0.0
3	32.0	17.4	0.0	32.9	17.5	0.0	37.5	19.0	0.0	40.5	23.8	0.0
4	31.5	16.6	0.0	31.2	20.1	0.0	37.6	18.5	0.0	38.2	27.5	0.0
5	32.0	16.0	0.0	30.8	18.3	0.0	39.0	19.0	0.0	38.0	24.5	4.3
6	31.1	16.0	0.0	31.5	15.9	0.0	39.0	16.5	0.0	30.2	23.0	0.0
7	30.5	15.0	0.0	32.5	16.5	0.0	38.4	17.8	0.0	36.0	24.0	34.2
8	30.6	13.9	0.0	32.8	16.5	0.0	38.0	17.6	0.0	31.7	22.6	0.7
9	31.0	13.4	0.0	32.7	17.0	0.0	37.8	17.5	0.0	34.4	24.1	0.0
10	31.3	14.0	0.0	34.7	17.6	0.0	39.3	17.4	0.0	34.3	23.5	19.1
11	31.9	12.7	0.0	35.4	17.0	0.0	39.5	18.0	0.0	35.5	24.5	0.0
12	31.5	16.5	0.0	34.8	17.8	0.0	40.3	18.5	0.0	36.7	24.0	0.0
13	24.0	22.3	0.2	34.1	19.6	0.0	40.5	17.0	0.0	36.0	25.5	0.0
14	31.8	18.1	0.0	35.0	19.8	0.0	40.1	17.4	0.0	30.0	25.5	21.9
15	33.1	20.0	0.0	36.0	19.4	0.0	40.9	18.1	0.0	31.1	24.2	24.1
16	31.2	22.5	0.3	35.8	20.0	0.0	40.1	19.5	0.0	35.0	23.6	0.0
17	32.4	19.4	0.0	37.2	19.9	0.0	39.9	24.1	0.0	36.2	23.8	6.8
18	33.2	18.0	0.0	38.5	19.5	0.0	39.6	17.0	0.0	35.5	24.2	3.4
19	33.7	18.0	0.0	34.2	19.3	0.0	40.2	18.2	0.0	36.6	24.1	0.2
20	33.4	18.8	0.0	33.3	22.2	0.0	40.0	19.0	0.0	36.4	23.7	0.0
21	33.0	18.4	0.0	34.0	20.3	0.0	39.8	19.8	0.0	36.0	24.3	0.0
22	34.2	16.6	0.0	35.5	19.1	0.0	40.0	20.2	6.5	37.6	24.5	0.0
23	35.6	16.0	0.0	36.6	20.2	0.0	34.7	22.0	14.3	37.3	25.0	0.0
24	34.7	15.0	0.0	37.0	20.4	0.0	35.7	22.5	14.6	37.3	25.0	0.0
25	34.5	14.2	0.0	39.2	21.0	0.0	37.0	22.8	0.0	38.1	24.8	0.0
26	34.5	14.9	0.0	39.3	20.0	0.0	37.7	21.2	0.0	38.0	25.5	0.0
27	35.4	18.5	0.0	38.6	20.0	9.0	38.5	20.5	0.0	34.3	27.0	1.2
28	35.0	21.2	T	32.0	24.0	5.4	38.7	20.0	0.0	35.0	23.0	0.0
29	30.3	23.4	0.1	-	-	-	38.5	22.0	0.0	30.2	25.1	28.4
30	34.5	21.6	0.1	-	-	-	36.6	24.5	0.0	34.8	23.7	0.0
31	36.6	21.2	0.0	-	-	-	36.5	24.5	0.0	-	-	-
รวม	1009.1	537.9	0.7	980.0	538.7	14.4	1182.1	610.0	35.4	1068.7	732.5	144.3
เฉลี่ย	32.6	17.4	0.0	35.0	19.2	0.5	38.1	19.7	1.1	35.6	24.4	4.8
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			0.7			15.1			50.5			194.8

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิต่ำสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศแม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 212 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	33.1	11.6	0.0	36.9	19.1	0.0	31.4	21.0	0.0	38.9	20.2	0.0
2	32.6	14.0	0.0	37.8	17.7	0.0	36.5	-	0.0	39.3	<u>19.6</u>	0.0
3	32.9	14.0	0.0	34.0	16.3	0.0	36.2	18.5	0.0	<u>40.3</u>	20.3	0.0
4	32.7	12.8	0.0	35.6	18.3	0.0	37.7	16.5	0.0	32.8	23.3	0.0
5	32.9	14.3	0.0	35.1	21.2	0.0	37.1	16.0	0.0	38.9	22.0	<u>42.3</u>
6	32.8	13.7	0.0	34.2	19.2	0.0	36.3	15.9	0.0	34.0	21.6	7.3
7	32.5	14.0	0.0	33.3	17.5	0.0	35.4	15.4	0.0	35.0	21.7	25.3
8	31.6	14.7	0.0	34.2	16.5	0.0	35.4	<u>15.3</u>	0.0	32.8	21.2	0.0
9	32.6	-	0.0	33.4	17.1	0.0	35.5	16.0	0.0	35.3	23.5	0.0
10	31.2	12.7	0.0	34.8	17.6	0.0	36.6	17.4	0.0	33.8	23.5	T
11	31.5	12.7	0.0	36.1	18.0	0.0	37.5	17.5	0.0	36.6	24.1	0.0
12	33.5	15.3	0.0	36.3	17.5	0.0	37.1	15.5	0.0	37.3	22.4	0.0
13	33.0	17.4	0.0	34.7	20.0	0.0	36.8	16.1	0.0	37.3	23.6	0.1
14	33.0	16.8	0.0	35.9	18.3	0.0	37.2	16.9	0.0	31.3	23.3	<u>35.7</u>
15	35.3	18.5	0.0	36.7	19.0	0.0	38.5	18.1	0.0	28.6	23.3	17.7
16	34.6	20.9	0.0	36.3	19.3	0.0	38.0	19.5	0.0	31.7	24.0	12.7
17	34.0	19.6	0.0	36.9	19.6	0.0	37.3	21.5	0.0	34.0	23.6	0.0
18	34.3	17.5	1.0	37.8	18.3	0.0	38.0	<u>15.3</u>	0.0	35.2	23.2	0.0
19	34.2	17.0	0.0	37.4	17.4	0.0	37.2	16.9	0.0	35.3	24.3	0.0
20	35.2	15.0	0.0	35.4	18.3	0.0	37.8	18.8	0.0	36.3	25.3	T
21	34.5	15.9	0.0	35.7	19.8	0.0	-	21.0	0.0	35.8	24.3	0.0
22	<u>35.8</u>	15.2	0.0	35.5	21.0	0.0	38.3	19.0	0.0	36.8	23.7	0.0
23	35.6	14.6	0.0	35.4	18.9	0.0	36.7	21.6	1.0	36.8	24.2	0.0
24	35.6	11.8	0.0	37.0	17.7	0.0	36.6	22.7	0.0	35.9	24.7	0.0
25	34.3	<u>8.3</u>	0.0	37.8	<u>16.1</u>	0.0	36.9	22.4	0.0	37.1	24.5	0.0
26	34.8	9.5	0.0	38.6	16.5	0.0	38.1	22.8	0.0	37.8	25.6	0.0
27	35.1	11.9	0.0	<u>39.6</u>	17.5	0.0	37.4	18.6	0.0	35.3	25.5	3.3
28	<u>35.8</u>	14.8	0.0	35.0	20.1	58.0	38.8	17.6	0.0	32.7	22.8	0.3
29	34.1	18.6	0.0	-	-	-	<u>39.0</u>	17.6	0.0	-	23.2	0.4
30	33.7	20.8	0.0	-	-	-	37.7	18.8	0.0	34.7	23.4	0.0
31	35.3	19.4	0.0	-	-	-	37.3	22.2	0.0	-	-	-
รวม	1048.1	453.3	1.0	1007.4	513.8	58.0	1110.3	552.4	1.0	1027.6	695.9	145.1
เฉลี่ย	33.8	15.1	0.0	36.0	18.4	2.1	37.0	18.4	0.0	35.4	23.2	4.8
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			1.0			59.0		0	60.0			204.1

ฝ่ายแผนทึและข้อมูลอุตุณัยมวิทยาย

ศูนย์อุตุณัยมวิทยายภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศแพร่

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 161 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน			
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	
1	31.8	14.4	0.0	35.3	22.7	0.0	31.7	23.6	0.0	38.5	25.6	0.0	
2	32.0	16.3	0.0	35.5	20.4	0.0	34.4	20.6	0.0	39.2	24.8	0.0	
3	30.7	17.4	0.0	32.9	19.0	0.0	36.1	21.4	0.0	40.4	23.4	0.0	
4	31.0	16.9	0.0	30.8	20.5	0.0	36.1	20.8	0.0	39.1	28.0	0.0	
5	30.9	15.7	0.0	29.2	18.4	0.0	36.4	21.5	0.0	37.0	26.9	5.8	
6	31.2	16.1	0.0	30.3	15.7	0.0	37.0	19.6	0.0	28.2	22.2	0.0	
7	30.1	15.3	0.0	31.6	16.4	0.0	36.8	18.7	0.0	34.7	24.0	16.0	
8	29.3	13.5	0.0	31.8	16.9	0.0	36.2	18.3	0.0	-	23.1	1.1	
9	30.2	13.0	0.0	32.5	17.2	0.0	36.3	17.0	0.0	35.6	25.3	35.7	
10	31.0	14.4	0.0	33.6	17.4	0.0	38.1	17.2	0.0	34.1	23.4	5.2	
11	30.6	16.5	0.0	35.3	17.4	0.0	37.9	17.5	0.0	34.1	25.0	0.0	
12	31.8	17.4	1.9	34.4	19.4	0.0	38.6	18.4	0.0	35.6	25.8	0.0	
13	24.4	20.2	0.2	33.1	19.1	0.0	38.5	19.0	0.0	35.6	26.4	0.1	
14	31.8	20.0	0.0	33.0	20.3	0.0	38.9	19.7	0.0	30.5	25.6	12.1	
15	32.0	20.3	0.0	34.3	19.2	0.0	39.8	18.4	0.0	32.8	24.7	0.3	
16	31.0	21.0	0.0	34.7	20.0	0.0	38.9	24.0	0.0	34.2	24.7	4.7	
17	31.8	20.6	0.0	35.0	19.8	0.0	38.4	24.4	0.0	36.8	25.4	14.4	
18	32.3	17.7	0.0	35.8	20.1	0.0	38.2	19.4	0.0	36.2	23.4	4.9	
19	33.2	17.8	0.0	33.2	19.2	0.0	37.6	17.8	0.0	36.6	23.6	0.0	
20	33.6	18.0	0.0	31.2	20.6	0.0	37.9	20.7	0.0	35.1	24.5	0.3	
21	32.7	17.2	0.0	32.8	19.5	0.0	38.8	21.6	0.0	35.2	24.5	0.0	
22	33.6	16.2	0.0	33.7	18.7	0.0	39.4	21.1	0.1	36.7	25.3	0.0	
23	34.6	15.3	0.0	34.9	20.1	0.0	35.8	23.9	0.8	35.7	26.6	0.0	
24	34.5	14.8	0.0	35.6	20.1	0.0	35.2	23.8	3.8	36.5	25.9	0.0	
25	34.2	14.4	0.0	36.9	19.6	0.0	37.3	24.3	0.0	37.6	25.2	0.0	
26	33.1	15.5	0.0	37.1	20.3	0.0	38.0	23.9	0.0	37.7	26.3	0.0	
27	33.5	17.5	0.0	37.2	20.9	21.7	38.9	21.5	0.0	34.9	28.0	52.6	
28	33.9	20.4	0.3	31.3	21.4	11.5	39.7	21.9	0.0	33.2	23.2	0.6	
29	26.0	23.1	20.0	-	-	-	37.4	23.7	0.0	30.4	24.5	4.2	
30	32.6	22.4	0.1	-	-	-	36.5	25.0	0.0	33.2	24.6	0.3	
31	33.9	23.9	0.0	-	-	-	37.2	25.6	0.0	-	-	-	
รวม	983.3	543.2	22.5	943.0	540.3	33.2	1158.0	654.3	4.7	1025.4	749.9	158.3	
เฉลี่ย	31.7	17.5	0.7	33.7	19.3	1.2	37.4	21.1	0.2	34.2	25.0	5.3	
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			22.5				55.7			60.4			218.7

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลศูนย์นิยมหาวิทยาลัย

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศอุดรดิตถ์

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 63 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	32.7	17.6	0.0	35.5	23.9	0.0	35.7	23.2	0.0	38.5	25.1	0.0
2	32.5	18.9	0.0	36.9	22.6	0.0	36.5	23.4	0.0	39.5	24.9	0.0
3	30.7	18.5	0.0	32.7	22.3	0.0	37.8	21.9	0.0	40.5	25.2	0.0
4	31.7	17.9	0.0	31.0	21.8	0.0	36.5	23.0	0.0	38.9	27.4	0.0
5	31.3	18.1	0.0	29.5	19.5	0.0	36.5	24.5	0.0	37.2	26.7	T
6	31.1	17.6	0.0	31.0	16.9	0.0	37.8	21.7	0.0	33.4	24.4	0.0
7	30.3	17.0	0.0	32.8	17.4	0.0	37.3	20.0	0.0	35.3	24.6	35.5
8	29.9	15.4	0.0	32.6	18.5	0.0	37.1	19.4	0.0	33.5	22.9	1.7
9	30.7	14.0	0.0	33.2	18.1	0.0	36.9	18.6	0.0	36.2	24.8	T
10	31.6	16.2	0.0	34.4	18.8	0.0	38.5	18.5	0.0	36.7	24.1	1.1
11	31.5	18.2	0.0	36.0	19.5	0.0	39.1	18.8	0.0	34.9	25.9	0.1
12	32.0	20.2	1.3	35.3	20.8	0.0	39.0	20.8	0.0	34.1	25.0	0.0
13	26.2	20.3	T	34.0	20.5	0.0	39.0	21.0	0.0	35.7	26.1	4.2
14	31.7	21.3	0.0	33.8	20.5	0.0	38.8	21.7	0.0	30.9	25.6	61.3
15	32.8	21.4	0.0	35.2	20.6	0.0	39.2	20.6	0.0	32.8	24.0	1.1
16	31.5	22.6	0.0	35.5	21.3	0.0	38.6	24.0	0.0	34.2	23.9	0.0
17	32.2	20.2	0.0	35.6	21.1	0.0	38.8	22.8	0.0	36.5	25.9	33.7
18	33.0	18.4	0.0	34.7	21.2	0.0	38.0	19.3	0.0	36.4	23.5	45.3
19	34.1	19.8	0.0	33.8	22.0	0.0	36.5	19.5	0.0	35.3	23.4	0.0
20	34.0	21.5	0.0	32.0	21.5	0.0	36.9	21.7	0.0	33.4	24.5	0.0
21	33.5	20.5	0.0	32.8	21.3	0.0	38.3	22.9	0.0	34.7	24.6	0.0
22	34.6	18.8	0.0	33.9	19.5	0.0	39.9	22.9	1.9	36.9	25.2	0.0
23	35.5	17.8	0.0	35.0	21.4	0.0	36.3	24.4	7.0	36.1	26.1	0.0
24	35.8	18.1	0.0	35.5	20.7	0.0	35.7	23.9	0.0	36.8	26.0	0.0
25	34.9	18.0	0.0	36.0	21.1	0.0	37.8	24.1	0.0	37.4	25.2	0.0
26	34.0	17.9	0.0	35.6	22.1	0.0	37.8	23.9	0.0	37.5	26.1	0.0
27	34.2	21.7	0.0	36.0	22.4	0.0	38.8	23.1	0.0	34.7	26.4	0.0
28	34.8	22.3	6.1	34.9	24.7	0.0	39.2	23.6	0.0	35.3	24.0	0.3
29	27.0	23.7	10.3	-	-	-	36.4	23.6	0.0	33.1	25.4	0.2
30	32.0	23.0	0.1	-	-	-	36.6	25.4	0.0	34.4	24.4	0.0
31	34.0	23.6	0.0	-	-	-	37.8	25.5	0.0	-	-	-
รวม	1001.8	600.5	17.8	920.3	557.3	0.0	1169.1	687.7	8.9	1070.8	751.3	184.5
เฉลี่ย	32.3	19.4	0.6	32.9	19.9	0.0	37.7	22.2	0.3	35.7	25.0	6.2
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			17.8				17.8				26.7	211.2

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุฯ มวทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดสุโขทัย

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล - เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน				
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน		
1	-	-	0.0	34.2	22.3	0.0	34.5	22.2	0.0	37.5	24.8	0.0		
2	31.4	17.0	0.0	34.7	22.0	0.0	35.3	22.3	0.0	38.5	24.1	0.0		
3	30.4	15.4	0.0	29.1	23.0	0.0	36.6	20.9	0.0	39.0	24.8	0.0		
4	30.8	17.2	0.0	29.2	20.2	0.0	34.9	21.8	0.0	38.1	25.9	0.0		
5	30.0	17.6	0.0	27.6	18.2	0.0	36.2	22.4	0.0	36.8	25.2	8.8		
6	29.7	16.4	0.0	29.5	16.5	0.0	36.8	21.0	0.0	32.4	21.5	0.0		
7	29.0	17.0	0.0	30.8	16.8	0.0	37.0	20.7	0.0	33.3	22.4	0.5		
8	28.9	15.6	0.0	30.5	17.7	0.0	36.5	19.6	0.0	32.4	21.4	0.2		
9	-	14.6	0.0	31.3	17.7	0.0	35.9	18.4	0.0	35.0	23.0	1.5		
10	30.7	16.2	0.0	32.7	18.1	0.0	36.4	18.3	0.0	35.9	23.5	5.2		
11	33.5	16.2	0.0	32.8	18.5	0.0	36.8	18.8	0.0	33.4	23.9	0.0		
12	30.4	19.4	0.5	33.1	18.9	0.0	37.7	21.1	0.0	34.7	23.3	0.0		
13	24.6	19.6	0.2	32.2	20.5	0.0	37.5	20.9	0.0	33.4	24.4	14.4		
14	31.0	19.0	0.0	32.4	19.8	0.0	37.7	22.1	0.0	28.6	23.2	22.2		
15	31.9	20.3	0.0	33.6	19.6	0.0	37.7	20.6	0.0	32.6	23.4	3.4		
16	30.1	21.0	0.0	33.6	20.2	0.0	37.5	22.6	0.0	33.6	22.8	0.0		
17	31.0	20.4	0.0	34.0	19.8	0.0	38.4	21.7	0.0	36.6	24.5	0.4		
18	31.5	18.6	0.0	34.4	20.6	0.0	37.8	18.6	0.0	37.2	23.0	4.0		
19	32.6	18.8	0.0	31.8	20.5	0.0	36.6	20.1	0.0	34.8	22.7	0.0		
20	33.3	19.3	0.0	31.1	21.0	0.0	36.6	20.2	0.0	29.1	23.0	0.0		
21	32.2	19.4	0.0	32.1	20.2	0.0	37.1	21.3	0.0	35.4	22.0	0.0		
22	32.7	18.4	0.0	32.5	19.2	0.0	38.0	22.1	2.2	37.8	25.4	0.0		
23	-	17.0	0.0	34.2	20.0	0.0	34.3	21.8	0.3	36.6	24.8	0.0		
24	34.3	17.1	0.0	34.9	20.3	0.0	34.3	22.9	0.0	36.7	23.7	0.0		
25	32.7	17.2	0.0	35.2	20.4	0.0	36.2	22.8	1.4	38.5	24.6	0.0		
26	32.8	18.0	0.0	35.3	21.9	0.0	35.8	21.7	0.0	38.9	25.8	0.0		
27	32.9	21.4	0.0	34.5	21.9	0.0	38.1	23.5	0.0	33.0	26.4	2.6		
28	33.4	22.3	0.0	33.1	23.8	0.0	38.2	25.0	0.0	34.4	23.8	0.6		
29	26.2	23.6	8.4	-	-	-	36.2	23.8	0.0	30.0	23.5	3.9		
30	30.2	22.4	1.5	-	-	-	35.7	23.2	0.0	34.5	22.8	0.0		
31	33.1	23.0	0.0	-	-	-	36.7	23.8	0.0	-	-	-		
รวม	871.3	559.4	10.6	910.4	559.6	0.0	1135.0	666.2	3.9	1048.7	713.6	67.7		
เฉลี่ย	28.1	18.6	0.3	32.5	20.0	0.0	36.6	21.5	0.1	35.0	23.8	2.3		
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			10.6				10.6				14.5			82.2

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดสุโขทัย(ศรีสำโรง)

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล - เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	32.3	17.2	0.0	35.0	22.8	0.0	35.4	23.8		37.5	26.6	0.0
2	31.5	18.8	0.0	36.2	22.2	0.0	35.9	23.7		39.0	25.6	0.0
3	30.5	17.1	0.0	30.2	23.1	0.0	37.3	22.4	0.0	39.5	26.3	0.0
4	31.2	17.0	0.0	29.8	20.1	0.0	35.5	23.8	0.0	38.8	26.5	0.0
5	29.9	16.7	0.0	29.9	17.8	0.0	37.6	24.0	0.0	36.9	27.0	2.0
6	29.8	15.1	0.0	30.2	16.1	0.0	38.2	22.1	0.0	33.0	23.1	0.0
7	29.7	15.7	0.0	31.7	16.2	0.0	38.2	20.0	0.0	34.6	24.2	18.3
8	29.4	14.0	0.0	31.2	16.2	0.0	37.2	19.0	0.0	34.5	22.5	T
9	29.7	13.4	0.0	31.7	17.5	0.0	36.5	18.0	0.0	35.4	24.4	0.4
10	30.7	16.0	0.0	33.5	17.5	0.0	37.4	19.4	0.0	35.2	25.0	1.9
11	31.3	16.0	0.0	35.2	19.0	0.0	38.2	20.2	0.0	33.5	25.4	0.0
12	30.8	19.3	0.3	36.5	20.3	0.0	38.9	23.1	0.0	34.8	24.8	0.0
13	25.4	20.2	0.0	33.2	21.7	0.0	38.4	23.5	0.0	34.1	26.0	6.1
14	31.7	19.9	0.3	32.9	20.1	0.0	39.2	23.9	0.0	28.7	24.8	10.4
15	32.0	21.1	0.0	34.2	20.5	0.0	38.7	22.0	0.0	32.6	24.8	4.0
16	30.8	20.0	0.0	33.9	20.4	0.0	38.2	25.0	0.0	33.6	24.0	0.0
17	31.1	20.1	0.0	34.3	20.0	0.0	40.0	23.5	0.0	36.9	26.0	1.0
18	32.0	18.0	0.0	35.1	22.0	0.0	38.8	18.0	0.0	36.7	24.5	2.0
19	33.6	18.0	0.0	32.3	21.0	T	37.3	21.7	0.0	35.1	24.5	0.0
20	33.5	19.9	0.0	31.7	21.6	0.0	37.3	22.0	0.0	29.3	24.8	0.0
21	32.6	19.3	0.0	32.7	20.4	0.0	38.5	23.6	0.0	36.0	23.5	0.0
22	33.2	18.2	0.0	32.7	19.3	0.0	38.9	23.6	1.6	37.5	26.5	0.0
23	34.4	16.5	0.0	34.8	20.8	0.0	35.6	24.0	2.0	36.9	25.8	0.0
24	35.3	17.0	0.0	35.3	20.6	0.0	35.5	24.2	0.0	37.2	25.5	0.0
25	33.8	15.2	0.0	35.2	20.6	0.0	37.3	24.2	9.1	39.1	25.7	0.0
26	32.5	-	0.0	35.6	22.9	0.0	36.9	23.1	0.0	40.0	25.6	0.0
27	33.3	21.5	0.0	35.5	22.6	1.2	38.3	24.0	0.0	34.3	27.9	3.5
28	34.5	22.0	0.0	33.8	24.3	0.0	39.0	23.6	0.0	34.0	23.8	4.9
29	26.5	24.7	5.0	-	-	-	36.5	25.5	0.0	30.5	25.0	0.0
30	31.4	23.0	0.3	-	-	-	36.7	24.9	0.0	34.6	24.5	0.0
31	33.9	23.7	0.0	-	-	-	37.2	24.9	0.0	-	-	-
รวม	978.3	554.6	5.9	934.3	567.6	1.2	1164.6	704.7	12.7	1059.8	754.6	54.5
เฉลี่ย	31.6	18.5	0.2	33.4	20.3	0.0	37.6	22.7	0.4	35.3	25.2	1.8
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			5.9			7.1			19.8			74.3

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศเขื่อนภูมิพล จ.ตาก

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 142 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	32.2	16.5	0.0	37.1	21.3	0.0	35.0	23.0	0.3	38.1	25.5	0.0
2	32.0	17.5	0.0	37.8	24.6	0.0	36.7	21.6	0.0	39.9	24.8	0.0
3	31.5	-	0.0	32.2	23.5	0.0	38.9	21.8	0.0	<u>40.2</u>	25.4	0.0
4	31.5	16.5	0.0	30.5	19.0	0.0	38.5	20.8	0.0	39.2	27.2	0.0
5	30.5	16.7	0.0	30.0	20.0	0.0	39.0	20.5	0.0	37.7	24.2	42.4
6	30.7	16.0	0.0	31.0	16.2	0.0	39.0	21.0	0.0	33.5	<u>22.2</u>	0.0
7	30.0	15.5	0.0	32.5	16.7	0.0	38.5	21.8	0.0	31.5	24.8	39.2
8	30.5	14.9	0.0	31.8	16.9	0.0	37.2	26.0	0.0	32.5	22.8	0.5
9	30.5	13.7	0.0	32.7	17.8	0.0	39.0	25.0	0.0	33.8	24.0	1.1
10	30.7	15.0	0.0	34.8	18.0	0.0	39.5	24.5	0.0	32.4	24.2	2.4
11	32.0	18.0	0.0	35.5	19.0	0.0	39.4	23.4	0.0	33.7	24.3	0.0
12	31.5	18.0	0.0	34.5	19.2	0.0	39.5	27.0	0.0	34.2	24.8	0.0
13	22.8	21.7	0.9	34.5	19.5	0.0	41.5	26.5	0.0	32.5	26.8	8.9
14	30.2	19.0	0.0	34.4	19.5	0.0	41.1	25.7	0.0	30.5	24.0	64.8
15	32.1	20.0	0.0	36.0	20.0	0.0	41.2	24.7	0.0	31.0	24.5	7.6
16	-	22.9	0.0	35.5	20.5	0.0	40.5	27.0	0.0	34.5	24.0	0.0
17	31.9	19.1	0.0	37.0	21.0	0.0	38.7	26.2	0.0	37.0	25.0	0.0
18	32.4	18.1	0.0	37.2	21.5	0.0	40.2	22.6	0.0	37.0	26.0	T
19	33.6	18.8	0.0	33.0	21.3	0.0	39.5	27.5	0.0	35.6	25.0	0.8
20	34.5	19.1	0.0	33.4	22.5	0.0	40.2	25.3	0.0	37.0	24.0	4.8
21	34.3	19.1	0.0	32.4	22.8	0.0	40.0	27.5	0.0	36.0	23.6	0.0
22	34.5	18.3	0.0	35.0	19.8	0.0	39.7	26.3	0.0	38.0	26.5	0.0
23	35.8	18.8	0.0	35.8	20.3	0.0	36.0	23.8	2.5	36.5	26.0	0.0
24	35.8	18.8	0.0	36.1	22.2	0.0	34.3	24.5	T	37.5	27.5	0.0
25	35.5	19.6	0.0	38.2	22.8	0.0	37.3	26.0	0.0	37.5	27.0	0.0
26	34.4	19.0	0.0	38.5	22.8	0.0	39.3	24.2	0.0	38.1	27.2	0.0
27	34.6	20.5	0.0	38.5	23.4	3.8	40.0	25.0	0.0	33.5	27.5	1.3
28	34.2	22.3	0.0	37.8	23.8	5.3	40.6	24.4	0.0	33.1	25.0	1.2
29	34.8	23.5	0.0	-	-	-	39.2	22.5	0.0	31.0	24.5	4.1
30	32.7	22.8	0.0	-	-	-	37.0	26.3	0.0	35.0	23.5	0.0
31	35.6	21.3	0.0	-	-	-	36.2	26.5	0.0	-	-	-
รวม	973.3	561.0	0.9	973.7	575.9	9.1	1202.7	758.9	2.8	1058.0	751.8	179.1
เฉลี่ย	32.4	18.1	0.0	34.8	20.6	0.3	38.8	24.5	0.1	35.3	25.1	6.0
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			0.9				10.0				12.8	191.9

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดตาก

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 121 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	32.8	15.8	0.0	37.6	23.5	0.0	36.3	24.7	0.0	39.4	28.3	0.0
2	32.5	17.9	0.0	37.2	25.7	0.0	37.2	23.5	0.0	40.7	28.0	0.0
3	32.3	18.0	0.0	31.5	25.9	0.0	39.2	21.5	0.0	<u>41.7</u>	27.0	0.0
4	32.0	16.3	0.0	30.4	19.5	0.0	38.7	23.0	0.0	40.5	29.5	0.0
5	31.9	17.2	0.0	29.5	18.0	0.0	39.5	21.4	0.0	37.0	27.6	33.6
6	31.5	15.0	0.0	31.5	15.9	0.0	39.0	24.2	0.0	34.0	<u>22.9</u>	0.0
7	29.7	15.7	0.0	32.7	16.0	0.0	38.2	27.0	0.0	33.4	25.9	T
8	30.6	16.2	0.0	32.0	-	0.0	36.5	26.4	0.0	32.7	24.6	0.1
9	30.5	13.1	0.0	33.6	17.5	0.0	37.6	24.9	0.0	35.5	24.8	0.7
10	31.4	15.9	0.0	35.0	17.8	0.0	39.2	26.2	0.0	34.7	25.5	T
11	32.5	19.0	0.0	35.8	18.0	0.0	40.2	24.3	0.0	34.2	26.0	0.0
12	31.0	19.1	0.0	34.7	19.6	0.0	39.2	25.5	0.0	35.7	25.6	T
13	24.2	20.9	0.3	34.6	19.6	0.0	40.2	24.5	0.0	33.5	26.8	21.2
14	31.5	19.8	0.0	34.6	20.8	0.0	40.4	26.2	0.0	33.4	23.5	11.3
15	33.0	21.4	0.0	35.9	20.3	0.0	41.0	26.0	0.0	31.4	25.0	16.1
16	32.2	21.9	0.0	36.0	20.3	0.0	40.9	26.0	0.0	34.3	25.2	0.0
17	31.6	19.3	0.0	38.0	21.1	0.0	38.5	26.2	0.0	36.3	27.0	0.0
18	33.2	18.5	0.0	39.0	25.0	0.0	39.4	26.5	0.0	36.0	28.0	0.0
19	33.6	18.9	0.0	33.5	23.0	0.0	40.2	25.9	0.0	35.6	26.8	1.2
20	34.5	18.5	0.0	32.7	22.7	0.0	39.9	27.5	0.0	35.8	26.5	3.4
21	33.4	19.4	0.0	33.5	21.1	0.0	39.8	27.2	0.0	36.3	24.5	0.0
22	34.6	17.8	0.0	35.4	19.5	0.0	40.3	27.3	T	37.0	27.9	0.0
23	36.2	17.0	0.0	37.3	21.6	0.0	35.6	23.4	7.0	37.0	27.8	0.0
24	36.0	16.0	0.0	38.6	23.3	0.0	35.0	23.0	0.2	36.9	27.5	0.0
25	35.4	16.9	0.0	38.6	22.9	0.0	37.0	25.5	0.0	38.0	27.6	0.0
26	-	17.4	0.0	38.9	23.9	0.0	39.5	24.8	0.0	39.3	28.5	0.0
27	34.7	20.5	0.0	38.3	22.9	0.6	38.8	26.8	0.0	31.7	29.4	46.8
28	35.2	21.9	0.0	34.4	23.8	T	40.4	25.5	0.0	32.8	24.2	0.4
29	28.8	24.0	0.7	-	-	-	39.4	26.4	0.0	28.5	23.6	20.6
30	33.4	23.4	0.0	-	-	-	37.2	25.5	0.0	33.8	24.1	0.0
31	35.7	23.8	0.0	-	-	-	37.6	27.5	0.0	-	-	-
รวม	975.9	576.5	1.0	980.8	569.2	0.6	1201.9	784.3	7.2	1067.1	789.6	155.4
เฉลี่ย	32.5	19.2	0.0	35.0	21.1	0.0	38.8	25.3	0.2	35.6	26.3	310.8
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			1.0			1.6			8.8			164.2

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศแม่สอด จังหวัดตาก

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 196 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	33.5	-	0.0	36.5	21.9	0.0	35.8	22.5	12.0	37.5	-	0.0
2	33.0	16.5	0.0	36.0	22.5	0.0	34.5	21.0	0.0	39.0	22.7	0.0
3	32.4	16.6	0.0	34.0	22.5	0.0	36.4	19.7	0.0	39.5	23.5	0.0
4	-	15.0	0.0	33.5	19.2	0.0	37.3	19.0	0.0	37.2	24.9	0.0
5	31.3	13.6	0.0	31.5	17.5	0.0	-	18.0	0.0	37.6	24.2	5.6
6	31.5	14.5	0.0	32.3	16.2	0.0	36.2	19.0	0.0	35.7	23.0	0.0
7	30.5	14.3	0.0	33.5	16.5	0.0	34.2	17.2	0.0	35.0	25.0	22.2
8	30.6	13.4	0.0	34.2	16.9	0.0	33.9	16.3	0.0	36.3	22.6	0.5
9	31.2	12.5	0.0	34.0	-	0.0	34.5	19.3	0.0	34.8	23.5	2.3
10	29.6	15.5	0.0	35.0	17.9	0.0	35.5	19.5	0.0	30.0	23.7	0.0
11	33.0	17.2	0.0	36.0	17.1	0.0	37.0	19.5	0.0	34.2	-	0.0
12	33.6	16.3	0.0	-	18.0	0.0	35.5	21.0	0.0	33.8	-	0.0
13	31.4	19.0	0.0	35.0	19.0	0.0	37.7	19.0	0.0	34.0	25.8	0.3
14	33.3	19.4	0.0	35.0	21.0	0.0	37.3	19.5	0.0	31.6	25.0	10.0
15	33.4	21.0	0.9	35.4	22.2	0.0	37.7	20.7	0.0	33.0	24.2	1.1
16	-	20.0	0.0	35.6	21.2	0.0	37.2	20.9	0.0	35.0	23.5	0.0
17	34.0	19.5	0.0	-	23.0	0.0	36.0	21.7	0.0	34.5	25.0	0.0
18	34.6	19.2	0.0	36.0	21.5	0.0	36.3	16.3	0.0	33.8	24.9	17.0
19	35.0	17.3	0.0	36.0	20.5	0.0	36.0	19.4	0.0	35.3	24.5	0.0
20	34.5	16.5	0.0	33.5	23.5	0.0	35.6	21.0	0.0	34.5	-	0.0
21	34.5	16.5	0.0	34.6	21.7	0.0	37.4	22.2	0.0	35.5	23.7	0.0
22	35.0	16.5	0.0	34.8	20.7	0.0	36.0	22.5	0.0	34.0	25.5	0.0
23	35.3	16.0	0.0	35.5	21.0	0.0	37.1	23.5	3.2	-	25.5	0.0
24	35.2	15.5	0.0	36.2	20.0	0.0	33.6	23.2	6.2	35.3	24.2	0.3
25	34.5	14.4	0.0	37.0	21.0	0.0	33.5	22.5	0.0	34.7	24.5	0.0
26	34.0	14.5	0.0	37.0	20.5	0.0	36.7	21.3	0.0	36.7	26.0	0.0
27	34.5	17.2	0.0	37.4	21.4	5.5	35.6	21.3	0.0	33.5	-	0.0
28	35.3	19.0	T	36.0	22.8	0.0	37.0	21.0	0.0	35.0	25.1	0.8
29	34.0	23.6	0.0	-	-	-	38.0	-	0.0	33.1	24.0	11.5
30	-	23.5	0.0	-	-	-	37.0	22.5	0.0	35.0	23.2	0.0
31	34.7	22.2	0.0	-	-	-	35.5	24.4	0.0	-	-	-
รวม	933.4	516.2	0.9	911.5	547.2	5.5	1082.0	614.9	21.4	1015.1	607.7	71.6
เฉลี่ย	33.3	17.2	0.0	35.1	20.3	0.2	36.1	20.5	0.7	33.8	24.3	2.4
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			0.9				6.4				27.8	99.4

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลศูนย์มวิทย
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศอุ้มผาง จังหวัดตาก

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 456 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน			
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	
1	31.2	11.0	0.0	32.8	20.0	14.5	32.8	17.5	4.8	35.3	21.7	0.0	
2	29.0	11.4	0.0	33.4	19.2	0.0	33.2	19.1	0.0	36.4	19.6	0.0	
3	30.4	12.5	0.0	26.6	18.6	1.1	34.9	-	0.0	35.6	19.5	8.6	
4	30.2	10.8	0.0	29.2	15.2	0.0	36.0	14.3	0.0	-	20.3	7.4	
5	29.4	9.0	0.0	29.5	12.1	0.0	35.2	15.3	0.0	32.6	19.0	5.7	
6	29.0	9.4	0.0	30.8	11.3	0.0	34.8	13.4	0.0	33.2	20.8	0.5	
7	27.1	9.1	0.0	31.4	10.4	0.0	-	9.8	0.0	31.6	20.5	5.7	
8	28.7	9.2	0.0	30.6	12.6	0.0	33.5	10.5	0.0	35.8	22.0	47.0	
9	29.3	7.8	0.0	31.3	11.7	0.0	34.2	12.0	0.0	33.5	21.2	14.7	
10	28.0	11.5	0.0	33.0	11.5	0.0	34.8	12.5	0.0	31.2	21.2	1.8	
11	30.6	11.5	0.0	33.0	10.6	0.0	36.5	-	0.0	31.4	21.8	0.0	
12	30.4	13.5	0.0	32.6	13.5	0.0	36.0	15.5	0.0	30.2	21.5	0.0	
13	30.3	17.2	0.0	33.2	14.5	0.0	36.2	14.5	0.0	30.8	22.0	3.3	
14	30.5	17.0	0.0	33.4	15.0	0.0	36.3	13.8	0.0	29.0	23.0	0.5	
15	31.0	18.3	0.0	33.4	14.8	0.0	36.6	14.6	0.0	31.4	21.6	0.9	
16	32.0	16.6	0.0	33.6	13.5	0.0	36.4	13.8	0.0	31.6	21.2	7.0	
17	32.5	15.0	0.0	32.6	14.0	0.0	35.3	14.4	0.0	32.3	22.9	5.5	
18	32.8	14.4	2.8	34.2	16.5	0.0	35.8	11.4	0.0	31.6	22.8	6.5	
19	32.8	14.2	0.0	33.2	15.1	0.0	36.8	11.6	0.0	30.8	21.8	0.6	
20	33.0	13.0	0.0	30.4	19.8	0.0	36.4	15.3	0.0	30.8	21.4	8.2	
21	32.5	12.6	0.0	32.2	13.8	0.0	36.0	17.2	0.0	31.8	19.5	0.0	
22	33.5	12.2	0.0	33.4	13.0	0.0	34.8	17.6	9.1	32.0	21.8	4.1	
23	33.8	12.1	0.0	33.0	14.8	0.0	34.2	19.4	12.8	32.4	21.8	0.0	
24	33.6	8.1	0.0	34.6	16.5	0.0	33.4	21.8	0.0	32.0	22.4	13.9	
25	34.2	9.8	0.0	35.0	16.2	0.0	30.0	19.0	3.0	30.2	22.5	0.2	
26	33.8	11.5	0.0	34.9	17.2	0.0	34.4	17.7	0.0	34.4	22.6	0.0	
27	31.6	16.6	8.0	35.8	16.5	0.8	33.4	18.2	0.0	28.8	23.2	5.8	
28	32.5	17.7	0.0	-	19.6	0.0	35.8	17.8	0.0	29.5	21.4	0.0	
29	20.8	18.2	3.1	-	-	-	36.8	17.5	0.0	29.2	21.0	0.0	
30	31.4	20.2	1.1	-	-	-	35.4	19.4	0.0	31.2	19.4	0.0	
31	32.3	21.0	18.2	-	-	-	34.2	20.0	0.0	-	-	-	
รวม	958.2	412.4	33.2	877.1	417.5	16.4	1050.1	454.9	29.7	926.6	641.4	147.9	
เฉลี่ย	30.9	13.3	1.1	32.5	14.9	0.6	35.0	15.7	1.0	30.9	21.4	4.9	
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			33.2				49.6				79.3	1 วัน	227.2

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดพิษณุโลก

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 44 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	-	19.0	0.0	34.5	23.0	0.0	35.0	24.5	0.0	38.3	26.5	0.0
2	31.5	20.0	0.0	35.2	23.0	0.0	35.7	24.3	0.0	39.0	25.8	0.0
3	29.8	19.3	0.0	31.2	24.8	0.0	36.2	23.4	0.0	39.3	27.4	0.0
4	29.8	19.2	0.0	29.7	20.0	0.0	34.6	24.1	0.0	38.3	27.0	0.0
5	29.4	19.2	0.0	27.9	17.4	0.0	35.6	24.4	0.0	36.9	26.5	13.6
6	29.0	18.3	0.0	30.0	17.3	0.0	36.5	23.9	0.0	36.7	22.6	0.0
7	27.1	18.4	0.0	31.5	17.6	0.0	36.6	23.4	0.0	34.3	24.5	1.5
8	28.5	16.5	0.0	31.1	19.1	0.0	36.5	19.3	0.0	34.6	23.7	6.3
9	29.3	16.1	0.0	31.1	19.0	0.0	35.7	18.8	0.0	35.5	24.4	0.2
10	30.2	18.0	0.0	32.6	19.0	0.0	37.5	18.9	0.0	35.7	25.5	7.2
11	30.5	19.1	0.0	34.0	19.5	0.0	38.3	20.6	0.0	34.0	25.5	0.4
12	30.0	22.7	1.9	33.2	21.9	0.0	38.2	23.8	0.0	34.6	25.3	T
13	25.3	20.8	T	32.4	21.5	0.0	38.2	24.2	0.0	34.6	26.1	0.1
14	30.4	20.4	0.0	32.7	20.9	0.0	38.3	25.1	0.0	32.3	26.2	6.4
15	31.6	22.9	0.0	33.7	21.4	0.0	37.9	23.8	0.0	33.8	25.1	47.2
16	30.5	21.5	0.0	33.6	21.6	0.0	37.4	25.6	0.0	33.2	23.3	0.0
17	30.1	19.5	0.0	34.1	21.1	0.0	38.1	25.1	0.0	36.1	26.1	0.0
18	31.0	19.1	0.0	34.4	22.7	0.0	37.7	22.5	0.0	36.6	26.0	4.6
19	33.0	20.5	0.0	32.3	23.8	T	36.5	22.6	0.0	34.8	24.5	T
20	33.0	20.0	0.0	31.6	22.4	0.0	36.3	22.7	0.0	29.0	26.6	0.8
21	32.3	20.6	0.0	32.8	21.5	0.0	37.1	24.0	0.0	35.0	24.1	0.0
22	32.8	19.3	0.0	32.5	20.5	0.0	38.8	24.8	2.6	36.6	27.0	0.0
23	34.5	19.1	0.0	34.5	20.0	0.0	35.7	25.0	0.3	35.7	25.7	0.0
24	34.1	18.3	0.0	35.3	21.1	0.0	36.1	25.5	T	35.6	25.7	0.0
25	33.7	18.0	0.0	35.5	22.4	0.0	36.7	25.1	0.0	37.4	25.6	0.0
26	33.4	19.9	0.0	34.9	24.5	0.0	37.1	24.8	0.0	37.4	26.5	0.0
27	33.0	22.4	0.0	34.8	24.4	0.0	37.5	26.2	0.0	33.3	27.4	7.1
28	34.2	23.9	0.0	34.5	25.5	0.0	38.2	26.5	0.0	33.3	23.7	3.7
29	25.5	24.0	8.1	-	-	-	35.6	25.0	0.0	31.8	25.8	41.7
30	31.4	22.6	0.0	-	-	-	36.4	24.5	0.0	34.5	24.4	T
31	34.1	22.9	0.0	-	-	-	37.1	25.4	0.2	-	-	-
รวม	929.0	621.5	10.0	921.6	596.9	T	1143.1	737.8	3.1	1058.2	764.5	140.8
เฉลี่ย	31.0	20.0	0.3	32.9	21.3	0.0	36.9	23.8	0.1	35.3	25.5	4.7
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			10.0			10.0			13.1			153.9

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 144 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน			
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	
1	32.8	18.7	0.0	36.6	21.5	0.0	36.0	23.0	0.0	38.4	25.0	0.0	
2	32.5	18.0	0.0	36.0	21.2	0.0	36.3	22.2	0.0	39.2	24.5	0.0	
3	32.0	19.0	0.0	32.3	25.2	0.0	37.0	22.0	0.0	40.2	24.8	0.0	
4	32.0	17.3	0.0	30.3	19.5	0.0	35.2	22.0	0.0	38.2	25.2	0.0	
5	31.0	15.8	0.0	30.7	17.4	0.0	36.0	20.3	0.0	37.0	23.9	43.5	
6	31.0	15.0	0.0	32.0	15.0	0.0	38.2	20.8	0.0	33.7	24.3	0.0	
7	27.8	15.5	0.0	32.5	16.4	0.0	37.0	21.2	0.0	34.6	24.7	0.2	
8	30.0	13.0	0.0	32.0	16.5	0.0	37.5	16.8	0.0	34.2	24.0	6.0	
9	31.3	13.0	0.0	33.3	16.5	0.0	37.5	16.5	0.0	36.4	23.4	5.8	
10	32.2	16.8	0.0	35.5	16.0	0.0	39.4	16.2	0.0	33.0	24.1	6.6	
11	32.0	16.8	0.0	35.4	17.5	0.0	40.0	17.5	0.0	33.2	24.5	4.6	
12	29.6	22.0	0.4	35.0	21.9	0.0	39.0	20.5	0.0	33.2	-	1.1	
13	28.5	19.3	T	33.3	23.5	0.0	37.0	-	1.6	33.9	24.8	1.8	
14	31.7	19.5	0.0	34.0	20.0	0.0	39.5	20.8	0.0	33.2	23.5	4.9	
15	30.5	22.8	0.0	35.2	20.3	0.0	39.5	21.5	0.0	31.5	24.3	0.9	
16	31.2	20.0	0.0	34.8	20.5	0.0	38.7	23.2	0.0	32.5	24.5	0.0	
17	32.0	19.0	0.0	35.7	19.7	0.0	39.5	23.8	0.0	34.5	24.5	0.0	
18	33.5	18.6	0.0	36.4	19.5	0.0	-	22.0	0.0	36.2	25.3	16.0	
19	35.4	17.5	0.0	33.5	24.5	0.0	37.6	19.0	0.0	34.8	24.0	0.0	
20	34.8	18.5	0.0	32.5	22.3	0.0	39.0	20.2	0.0	32.7	24.0	1.0	
21	33.9	20.9	0.0	33.5	20.4	0.0	38.6	21.3	0.0	36.0	22.3	0.0	
22	34.8	18.5	0.0	33.8	20.0	0.0	37.5	23.7	0.0	36.0	25.0	0.0	
23	37.0	18.0	0.0	36.0	19.0	0.0	34.8	24.2	2.3	34.8	24.5	0.0	
24	37.3	16.7	0.0	36.8	20.3	0.0	35.5	21.5	0.6	34.7	24.0	0.0	
25	36.5	17.5	0.0	37.5	20.8	0.0	34.8	23.4	1.2	37.6	24.5	0.0	
26	34.5	18.0	0.0	37.7	21.7	0.0	37.0	22.8	0.0	38.3	25.6	T	
27	35.5	19.8	0.0	37.5	22.0	0.0	37.5	22.0	0.0	36.3	25.8	0.0	
28	36.0	22.8	0.7	35.0	25.5	0.0	36.7	27.2	1.2	34.6	24.8	T	
29	33.0	23.5	0.0	-	-	-	-	25.4	0.0	34.2	24.5	0.4	
30	35.0	23.0	0.0	-	-	-	36.0	23.5	0.0	36.4	24.6	0.0	
31	35.6	22.3	0.0	-	-	-	36.2	24.0	0.0	-	-	-	
รวม	1020.9	577.1	1.1	964.8	564.6	0.0	1084.5	648.5	6.9	1059.5	708.9	92.8	
เฉลี่ย	32.9	18.6	0.0	34.5	20.2	0.0	37.4	21.6	0.2	35.3	24.4	3.1	
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			1.1				1.1			8.0			100.8

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดเพชรบูรณ์

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 114 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	32.8	16.8	0.0	36.7	20.0	0.0	36.5	23.0	0.0	39.0	27.0	0.0
2	32.5	19.6	0.0	37.4	21.6	0.0	36.8	22.4	0.0	39.4	26.0	0.0
3	31.3	19.7	0.0	33.3	25.3	0.0	37.7	23.8	T	39.0	24.8	0.0
4	31.8	17.3	0.0	30.9	18.9	0.0	35.8	22.4	T	39.5	25.6	11.7
5	30.6	16.5	0.0	30.1	17.3	0.0	36.5	21.4	0.0	35.9	23.9	0.
6	30.7	15.7	0.0	31.9	16.0	0.0	38.7	20.9	0.0	32.2	24.6	0.2
7	28.6	15.2	0.0	32.7	16.0	0.0	38.8	23.6	0.0	34.3	24.5	0.0
8	30.2	13.3	0.0	32.2	19.0	0.0	38.5	17.3	0.0	36.4	24.5	25.8
9	31.1	14.8	0.0	32.6	18.0	0.0	34.7	16.9	0.0	35.3	23.5	6.1
10	32.5	16.9	0.0	35.7	17.0	0.0	39.6	15.8	0.0	33.3	23.5	0.0
11	32.0	19.6	0.0	36.1	17.7	0.0	40.1	18.3	0.0	32.4	25.0	48.6
12	29.6	22.6	0.5	35.5	21.9	0.0	40.4	21.5	0.0	32.5	24.2	0.1
13	28.4	19.7	0.0	34.1	24.7	0.0	39.4	24.6	0.0	33.8	25.5	24.8
14	32.6	20.2	0.0	34.5	20.5	0.0	40.4	22.2	0.0	32.2	23.3	14.5
15	29.7	22.8	0.2	35.9	20.3	0.0	40.5	23.6	0.0	30.3	24.1	6.5
16	31.2	20.9	0.0	35.4	21.0	0.0	39.5	25.4	0.0	32.5	24.5	0.0
17	33.0	19.4	0.0	35.7	19.3	0.0	40.2	26.0	0.0	33.9	25.4	2.2
18	33.4	17.8	0.0	36.6	19.6	0.0	40.1	24.5	0.0	35.0	25.3	15.5
19	35.7	18.7	0.0	34.3	25.0	0.0	38.7	20.5	0.0	33.5	22.0	T
20	35.3	18.7	0.0	33.0	23.0	0.0	38.7	20.5	0.0	33.5	25.0	20.2
21	34.0	20.1	0.0	34.3	20.6	0.0	38.5	21.8	0.0	34.3	22.5	0.0
22	35.3	18.8	0.0	34.1	18.9	0.0	38.4	24.8	0.0	36.0	25.1	0.0
23	36.9	18.2	0.0	36.1	18.9	0.0	36.8	24.8	10.8	34.0	24.8	2.5
24	37.4	17.2	0.0	37.9	19.9	0.0	34.2	23.8	5.1	33.6	25.0	T
25	36.7	17.7	0.0	38.1	21.1	0.0	32.4	24.8	8.5	36.2	24.4	0.0
26	34.2	18.7	0.0	38.3	21.9	0.0	36.2	23.7	0.0	35.0	25.4	0.0
27	35.9	20.0	0.0	38.6	23.1	0.0	37.7	25.5	0.0	35.1	26.3	11.9
28	35.9	24.2	1.2	35.8	26.1	0.0	37.7	27.4	0.0	32.5	23.5	0.0
29	33.5	24.8	6.7	-	-	-	36.3	25.0	0.2	32.8	24.1	0.0
30	34.2	22.8	0.0	-	-	-	36.9	24.0	0.0	35.0	24.0	0.0
31	35.6	23.3	0.0	-	-	-	38.5	24.3	0.0	-	-	-
รวม	1022.6	592.0	8.6	977.8	572.6	0.0	1175.2	704.5	24.6	1038.4	737.3	190.7
เฉลี่ย	33.0	19.1	0.3	34.9	20.5	0.0	37.9	22.7	0.8	34.6	24.6	6.4
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			8.6		8.6			33.2				223.9

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศวิทยีเขรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 69 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	32.8	18.4	0.0	36.8	22.6	0.0	36.2	23.2	0.0	37.8	25.9	0.0
2	33.1	19.4	0.0	37.1	22.4	18.6	36.8	22.7	0.0	38.3	26.3	0.0
3	31.6	18.6	0.0	29.9	22.5	0.0	36.1	25.9	0.0	38.9	26.6	0.0
4	31.3	17.3	0.0	30.0	18.8	0.0	35.7	23.3	0.0	37.8	-	0.7
5	31.2	17.0	0.0	30.0	18.0	0.0	37.0	25.8	0.0	36.2	24.6	1.2
6	31.3	15.7	0.0	32.3	18.1	0.0	35.7	24.8	0.0	30.6	24.6	0.0
7	29.2	15.7	0.0	32.3	17.7	0.0	37.3	24.7	0.0	36.0	24.3	3.0
8	31.0	15.7	0.0	32.4	19.8	0.0	38.0	20.1	0.0	34.0	24.5	0.5
9	31.7	15.4	0.0	32.9	19.3	0.0	37.9	18.0	0.0	36.4	24.3	0.1
10	32.4	18.2	0.0	33.8	18.0	0.0	39.1	17.2	0.0	35.8	25.0	6.6
11	31.8	18.2	0.0	34.7	19.8	0.0	39.7	21.1	0.0	35.9	25.0	3.5
12	28.2	19.2	0.0	34.5	21.7	0.0	39.9	24.0	0.0	35.8	24.4	5.0
13	29.4	21.3	0.0	33.8	25.0	0.0	39.2	24.5	0.0	33.7	25.4	14.2
14	32.8	19.5	0.0	34.3	21.3	0.0	38.4	25.0	0.0	32.0	24.6	20.3
15	28.5	20.5	0.0	35.2	20.8	0.0	39.4	25.4	29.0	32.6	24.5	4.8
16	-	21.3	0.0	34.8	21.8	0.0	37.4	24.5	0.0	32.7	25.0	0.0
17	31.8	21.0	0.0	35.4	19.9	0.0	38.4	25.0	0.0	36.2	25.8	0.0
18	33.0	18.2	0.0	36.7	22.6	2.3	38.9	25.0	0.0	36.0	25.1	0.0
19	35.2	19.3	0.0	36.6	25.0	0.0	38.8	23.4	0.0	34.7	25.4	0.0
20	35.1	19.5	0.0	32.9	24.3	0.0	38.0	21.6	0.0	33.0	25.4	3.9
21	33.9	19.6	0.0	33.3	19.8	0.0	39.1	23.0	0.0	35.4	23.9	0.0
22	35.2	20.0	0.0	34.5	19.7	0.0	36.4	27.6	0.0	36.3	25.4	3.8
23	36.1	20.0	0.0	35.6	20.5	0.0	35.8	25.2	0.5	35.1	25.0	0.0
24	37.2	19.3	0.0	37.0	23.3	0.0	35.9	25.0	14.9	34.2	25.0	0.0
25	36.7	18.8	0.0	34.5	23.8	0.0	33.1	24.6	24.3	36.6	24.6	0.0
26	35.0	20.7	0.0	37.7	24.6	0.0	36.2	23.8	0.0	37.6	25.8	12.3
27	35.4	20.8	0.0	38.4	25.4	4.1	36.4	25.0	0.0	34.6	24.8	28.1
28	36.6	24.8	0.0	34.9	25.9	0.0	36.8	26.5	4.1	33.5	23.7	0.0
29	33.4	24.0	0.0	-	-	-	35.8	24.4	0.0	32.3	25.9	0.0
30	34.1	23.2	0.0	-	-	-	34.6	24.9	0.0	35.1	25.0	0.0
31	34.4	22.3	0.0	-	-	-	36.7	24.8	0.0	-	-	-
รวม	989.4	602.9	0.0	962.3	602.4	25.0	1154.7	716.8	72.8	1055.1	725.8	108.0
เฉลี่ย	33.0	19.4	0.0	34.4	21.5	0.9	37.2	23.1	2.3	35.2	25.0	3.6
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			0.0			25.0			97.8			205.8

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลศูนย์มวิทยา
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดกำแพงเพชร

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 80 เมตร

วันที่	มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	31.9	18.0	0.0	-	23.3	0.0	35.2	23.2	0.0	37.5	25.0	0.0
2	32.0	18.4	0.0	36.3	24.1	0.0	35.0	25.1	0.0	37.0	24.6	0.0
3	30.5	19.4	0.0	29.0	25.0	14.7	37.3	23.4	0.0	39.2	25.5	0.0
4	31.7	17.8	0.0	30.1	19.7	0.0	34.2	23.3	0.0	38.0	27.5	0.0
5	30.2	-	0.0	28.4	18.5	0.0	36.8	23.0	0.0	35.2	27.3	22.6
6	30.1	16.8	0.0	30.6	16.3	0.0	37.4	23.2	0.0	31.6	23.0	0.0
7	29.6	16.6	0.0	32.2	17.0	0.0	37.2	20.8	0.0	39.0	24.6	5.8
8	29.7	16.6	0.0	30.4	19.0	0.0	36.5	19.9	0.0	34.3	25.1	2.2
9	30.2	15.5	0.0	32.2	18.9	0.0	35.4	21.0	0.0	34.3	24.0	3.3
10	31.0	19.4	0.0	33.8	18.1	0.0	37.5	20.2	0.0	34.3	24.1	T
11	31.4	19.4	0.0	34.4	18.3	0.0	39.4	21.5	0.0	34.0	23.8	0.0
12	29.1	21.5	4.3	34.2	20.0	0.0	38.8	22.0	0.0	34.5	25.3	0.0
13	25.0	19.4	0.0	32.8	20.4	0.0	38.7	22.5	0.0	-	24.2	4.1
14	32.4	20.4	0.0	33.5	-	0.0	38.9	23.7	0.0	29.8	-	1.0
15	31.7	22.5	0.0	34.1	20.9	0.0	37.4	22.4	0.0	33.5	24.7	1.7
16	30.5	20.5	0.0	34.2	20.6	0.0	38.1	24.1	0.0	34.0	24.8	0.0
17	31.0	19.5	0.4	35.7	21.0	0.0	38.0	22.5	0.0	35.2	25.1	0.0
18	32.4	19.1	0.0	36.0	21.8	0.0	39.3	18.8	0.0	36.2	24.8	0.0
19	33.5	19.4	0.0	32.8	22.1	0.0	37.7	20.2	0.0	34.6	25.6	T
20	33.2	20.7	0.0	31.4	23.2	0.0	37.8	20.6	0.0	34.5	25.8	0.0
21	32.8	20.6	0.0	32.5	20.5	0.0	38.1	23.3	0.0	34.8	24.6	0.0
22	33.5	19.7	0.0	33.3	19.4	0.0	38.4	24.8	47.6	37.6	25.2	0.0
23	35.1	21.6	0.0	35.4	22.0	0.0	34.3	23.6	0.6	36.5	25.6	0.0
24	35.0	16.6	0.0	36.2	21.5	0.0	34.2	24.6	6.4	37.7	25.1	0.0
25	34.0	16.5	0.0	34.2	-	0.0	33.8	24.6	0.0	39.0	24.5	0.0
26	31.5	17.8	0.0	36.8	22.4	0.0	37.0	23.2	0.0	39.2	25.8	0.0
27	32.6	23.1	0.0	37.0	23.6	0.0	37.4	24.2	0.0	32.2	25.1	4.8
28	35.0	23.6	0.0	33.3	-	1.0	37.5	24.4	0.0	32.7	24.4	0.4
29	29.3	24.2	1.2	-	-	-	36.2	24.4	0.0	32.0	26.0	0.0
30	31.1	23.6	0.0	-	-	-	35.2	24.2	0.0	34.8	24.7	0.0
31	35.0	23.5	0.0	-	-	-	36.3	25.8	0.0	-	-	-
รวม	982.0	591.7	5.9	900.8	517.6	15.7	1145.0	708.5	54.6	1023.2	725.8	45.9
เฉลี่ย	31.7	19.7	0.2	33.4	20.7	0.5	36.9	24.4	1.8	35.3	25.0	1.5
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			5.9			21.6			76.2			122.1

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน อ.....

พ.ศ.2542

วันที่										เมษายน		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
รวม												
เฉลี่ย												
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.												

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน อ.....

พ.ศ.2542

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
รวม												
เฉลี่ย												
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.												

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมวทยา
ศูนย์อุตุณยมวิทยาภาคเหนือ
โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน อ.....

พ.ศ.2542

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
รวม	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
เฉลี่ย	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.												

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมวิทยา
ศูนย์อุตุณยมวิทยาภาคเหนือ
โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศเชิงราย

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 394 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม				
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน		
1	34.7	23.3	0.0	33.7	22.4	13.9	33.2	24.0	0.0	31.2	24.1	1.7		
2	34.8	22.0	T	32.5	22.5	8.0	32.7	24.5	0.0	30.3	22.8	1.8		
3	35.6	22.2	0.0	-	23.4	0.9	33.7	24.3	0.0	31.0	23.1	T		
4	36.1	21.7	1.0	30.0	22.7	3.1	31.2	25.1	0.1	28.3	23.8	34.4		
5	30.7	22.0	3.5	33.6	24.5	0.3	31.4	24.6	7.3	29.7	22.5	28.2		
6	32.8	22.1	6.4	33.2	23.8	0.0	27.3	23.0	0.2	30.5	23.0	T		
7	30.7	21.2	41.0	29.6	24.4	1.0	32.0	22.4	0.0	30.5	22.7	21.4		
8	31.3	20.2	8.5	32.4	23.8	0.0	31.8	24.0	3.1	29.4	22.7	28.3		
9	30.5	19.8	0.1	30.8	23.5	4.5	31.7	22.6	0.0	30.7	23.5	9.2		
10	32.7	21.2	T	30.8	23.5	5.2	32.2	24.5	1.4	26.1	23.2	7.4		
11	22.8	21.6	8.0	28.8	22.4	0.5	28.7	23.2	6.5	28.7	22.8	13.0		
12	21.7	18.0	4.9	32.6	23.5	0.0	32.3	23.3	T	27.0	22.4	4.5		
13	29.4	19.8	0.0	31.4	23.4	0.0	33.4	23.7	1.1	26.8	22.8	0.2		
14	-	22.4	3.3	29.6	23.5	3.7	32.4	23.2	0.0	27.8	22.5	T		
15	32.8	21.8	14.5	32.3	23.2	0.0	32.8	24.5	0.0	31.3	21.8	0.0		
16	33.3	22.5	4.1	32.7	22.9	0.0	32.4	23.2	T	30.0	22.2	0.6		
17	33.0	21.4	0.0	33.2	23.8	0.0	33.8	-	0.2	28.0	22.7	4.1		
18	33.2	22.2	1.0	31.7	23.4	1.7	33.6	23.1	7.7	31.8	22.3	3.5		
19	29.0	21.4	39.2	29.5	23.3	13.6	32.0	23.8	0.0	33.0	22.7	1.3		
20	31.0	21.1	17.2	30.2	23.5	0.5	34.0	24.0	0.0	33.0	22.9	0.1		
21	30.3	22.0	0.2	30.6	23.2	0.0	33.7	23.7	4.9	33.9	23.3	0.0		
22	31.6	22.9	1.6	31.5	23.3	0.8	32.8	23.5	0.0	30.9	24.5	47.1		
23	29.6	22.8	4.1	30.2	22.9	16.0	34.6	23.2	0.0	30.3	22.6	39.1		
24	31.9	22.7	2.1	25.8	22.7	3.2	34.0	23.8	108.3	30.5	23.5	T		
25	31.0	22.7	20.0	30.4	23.0	5.1	31.0	22.8	9.2	30.7	23.5	66.9		
26	32.2	23.7	10.4	31.2	22.7	0.0	31.7	23.4	9.7	29.0	22.2	63.6		
27	31.2	23.0	5.6	32.6	22.8	0.0	31.4	24.1	3.1	30.7	22.8	63.8		
28	32.2	23.4	0.0	34.2	22.5	0.0	30.9	23.4	1.3	30.4	21.6	2.9		
29	32.8	23.0	17.0	33.9	23.6	0.0	32.2	23.3	0.0	31.5	24.2	5.0		
30	31.6	23.5	6.0	34.6	24.7	0.0	33.0	24.5	T	28.9	22.9	20.6		
31	32.6	23.6	0.0	-	-	-	31.9	24.5	0.5	29.5	21.9	2.0		
รวม	943.1	681.2	219.7	913.6	698.8	82.0	999.8	711.2	164.6	931.4	709.5	470.7		
เฉลี่ย	31.4	22.0	7.1	31.5	23.3	2.7	32.3	23.7	5.3	30.0	22.9	15.2		
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			428.1				510.1				674.7			1145

ฝ่ายแผนกและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศแม่ฮ่องสอน

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 267 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	39.0	24.3	0.0	36.3	23.8	6.0	34.8	24.7	0.0	32.5	23.4	26.1
2	38.9	23.9	4.2	34.1	21.8	2.0	35.3	24.5	0.0	30.0	23.2	0.1
3	33.8	22.8	0.0	35.8	22.2	16.1	33.8	24.5	0.0	30.9	23.1	3.3
4	38.3	25.5	0.2	33.0	22.0	23.5	35.0	24.5	3.7	31.7	23.5	31.2
5	36.6	23.4	9.6	33.4	22.9	0.0	33.0	25.0	4.2	29.0	22.5	8.6
6	34.7	23.0	0.0	34.7	23.2	0.0	30.1	23.5	22.8	28.8	22.0	4.8
7	35.8	24.8	0.0	34.5	23.5	0.0	31.8	23.0	0.3	29.3	22.8	27.4
8	26.8	22.2	4.6	34.6	23.0	T	32.5	24.3	8.7	30.6	23.2	23.6
9	30.0	22.5	0.0	31.2	23.5	0.5	33.2	23.5	0.1	30.5	23.1	0.4
10	33.9	22.6	14.4	33.5	24.0	0.2	32.0	24.0	T	29.5	23.4	1.6
11	28.3	21.9	20.0	33.8	22.4	0.0	32.2	24.3	18.3	29.2	22.9	40.5
12	21.5	20.0	9.6	33.7	23.0	0.0	34.1	23.6	4.2	25.2	23.0	30.5
13	32.7	21.5	0.6	34.0	24.0	0.0	32.6	24.2	0.1	28.4	21.9	4.6
14	34.2	23.0	11.2	33.0	23.5	0.6	33.1	23.8	1.0	32.3	22.4	5.8
15	34.6	22.5	3.0	35.7	22.7	0.0	33.4	23.8	0.5	32.5	22.7	0.5
16	35.0	23.2	0.2	34.2	23.5	0.0	34.0	23.6	3.0	31.7	23.2	0.0
17	35.7	23.6	0.0	32.6	22.4	0.0	34.2	24.0	16.9	30.8	23.2	0.0
18	36.3	24.2	0.0	34.3	22.4	6.1	34.0	23.5	2.2	312.8	23.2	1.3
19	36.5	24.2	10.4	32.8	23.5	0.8	33.9	23.1	13.3	33.0	23.6	1.3
20	33.3	22.6	50.1	31.1	22.0	1.4	33.5	23.1	T	35.0	23.6	T
21	34.0	22.2	4.8	32.4	22.0	0.3	33.2	23.7	12.8	35.2	24.4	0.0
22	33.2	23.2	9.8	32.0	24.0	1.0	31.8	23.3	0.8	35.0	23.7	7.9
23	30.2	22.5	21.9	30.3	22.1	50.1	33.0	23.5	0.3	32.5	23.0	7.9
24	32.4	21.9	4.1	27.0	21.4	9.3	33.4	23.6	0.3	34.0	23.1	9.3
25	30.2	22.6	0.4	31.0	22.5	2.2	30.7	23.8	1.2	32.4	23.3	0.3
26	33.0	23.2	2.3	31.4	21.6	0.2	30.4	23.0	0.9	33.0	23.5	6.3
27	34.2	23.0	1.6	32.8	22.1	0.0	30.5	23.5	0.3	32.9	23.2	2.5
28	32.5	22.4	0.6	34.0	23.2	0.0	32.2	23.3	13.5	32.4	23.4	4.2
29	32.8	22.7	14.9	35.0	22.3	0.0	34.1	23.3	9.6	32.7	23.3	4.1
30	30.2	22.6	12.6	35.6	23.9	0.0	33.3	23.2	1.9	31.4	22.9	9.4
31	32.6	22.4	0.0	-	-	-	30.5	23.8	5.8	31.8	21.9	0.4
รวม	1031.2	710.4	211.1	997.8	684.4	120.3	1019.6	736.5	146.7	1257.0	715.6	263.9
เฉลี่ย	33.3	22.9	6.8	33.3	22.8	4.0	32.9	23.8	4.7	40.5	23.1	8.5
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			368.4				488.7				635.4	899.3

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมวทยา

ศูนย์อุตุณยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศพะเยา

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 377 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	34.2	24.3	0.0	33.7	24.3	0.0	33.4	24.5	0.0	32.9	23.8	26.9
2	34.1	24.1	0.0	32.6	23.9	0.0	32.9	24.6	0.0	31.3	22.7	13.8
3	35.9	24.8	0.0	33.2	23.7	1.7	33.2	24.3	0.0	32.5	22.8	1.5
4	35.3	24.8	10.4	32.2	23.0	1.1	31.4	25.2	T	29.6	23.4	0.8
5	29.5	24.0	7.4	34.2	24.8	0.0	32.7	24.5	15.3	29.3	22.4	0.1
6	31.7	22.5	0.2	33.9	24.3	0.0	26.5	22.4	3.7	30.2	23.2	0.0
7	32.3	23.8	0.0	33.3	24.7	14.9	31.2	22.3	0.0	30.8	23.5	0.3
8	31.8	22.4	20.3	33.8	23.2	0.0	32.4	24.3	0.0	32.5	23.1	0.0
9	30.2	21.2	1.6	31.6	23.8	23.4	33.1	23.2	2.9	32.3	23.8	1.4
10	30.3	23.1	25.2	30.7	23.0	0.2	33.2	24.2	0.6	26.9	23.7	16.2
11	22.2	21.5	21.4	31.6	23.0	0.1	32.9	23.5	9.3	27.2	23.0	23.6
12	21.4	18.4	2.0	33.6	23.7	6.4	32.1	23.6	0.0	26.0	22.1	20.2
13	29.2	20.1	0.0	32.9	23.5	0.0	33.1	23.6	0.0	29.6	22.1	1.3
14	30.9	23.0	11.5	31.1	24.5	5.1	32.4	23.5	0.0	28.3	22.3	0.0
15	33.7	23.9	0.0	31.8	22.8	0.0	33.6	23.5	0.0	31.8	22.6	6.1
16	33.6	23.8	3.4	33.3	23.8	0.0	33.3	24.3	0.0	31.2	22.0	0.0
17	34.7	23.6	0.9	31.4	23.3	0.0	34.6	24.5	0.0	29.5	22.6	T
18	33.3	23.2	T	33.7	23.5	0.0	33.6	24.4	0.0	31.7	23.0	0.1
19	33.3	23.6	22.6	32.8	24.4	12.8	33.7	23.9	0.0	32.7	23.3	0.1
20	31.3	22.0	26.6	28.0	23.2	3.8	34.3	24.3	0.0	33.8	23.4	0.2
21	29.8	22.0	4.5	31.0	23.2	0.0	33.6	24.0	0.0	34.2	23.2	0.0
22	31.6	23.0	T	31.0	23.4	0.5	33.8	24.1	0.0	32.2	24.3	5.8
23	29.8	23.8	35.1	30.8	23.4	22.9	33.9	23.8	0.0	31.8	24.0	0.7
24	32.2	22.9	2.7	25.0	22.5	12.5	33.6	24.3	T	32.4	22.6	0.3
25	32.2	23.3	0.0	29.8	22.3	11.7	31.7	24.7	0.8	31.7	23.1	40.5
26	33.2	23.8	1.9	31.2	22.7	3.0	31.3	23.7	2.0	31.7	22.4	0.0
27	32.2	24.1	0.0	32.7	23.8	0.0	32.2	23.6	1.9	31.3	23.8	10.8
28	32.2	24.0	1.3	34.9	22.8	55.1	33.5	23.4	1.6	29.0	21.7	16.3
29	24.0	24.3	0.2	34.9	22.7	0.0	33.3	23.7	0.0	30.6	23.0	0.4
30	32.6	24.0	0.8	34.4	24.4	0.0	33.1	23.8	12.7	30.8	23.2	2.0
31	33.6	23.5	0.0	-	-	-	32.8	23.3	0.0	29.4	22.3	2.5
รวม	972.3	716.8	200.0	965.1	705.6	175.2	1016.4	741.0	50.8	955.2	712.4	191.9
เฉลี่ย	31.4	23.1	6.5	32.2	23.5	5.8	32.8	23.9	1.6	30.8	23.0	6.2
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	489.7			664.9			715.7			907.6		

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 312 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม			
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	
1	34.7	23.2	0.0	33.2	24.7	0.0	33.8	24.1	0.0	33.5	24.2	1.2	
2	36.4	24.7	0.0	33.2	24.6	0.2	33.9	24.2	0.0	32.4	23.9	3.4	
3	36.8	23.3	0.0	33.8	24.3	0.0	33.4	24.6	0.2	32.7	24.0	1.7	
4	35.3	25.1	0.2	31.5	24.4	7.1	33.5	24.4	0.8	29.2	23.1	22.5	
5	31.4	23.5	78.6	32.0	23.4	0.3	32.1	24.1	13.2	29.3	22.6	3.3	
6	31.7	22.6	0.0	33.7	23.9	0.0	27.3	22.8	0.2	31.6	22.8	0.6	
7	32.6	24.0	0.2	32.5	23.8	0.0	32.3	23.2	T	29.1	23.4	0.5	
8	34.2	24.1	30.5	32.7	23.5	0.0	32.4	24.7	0.0	31.8	24.1	0.0	
9	29.5	21.5	2.4	31.9	24.0	17.6	32.2	23.3	0.1	31.0	23.9	0.0	
10	31.5	22.1	6.0	29.4	22.7	1.3	32.0	23.5	1.0	27.6	24.0	12.2	
11	24.3	22.3	15.8	28.5	23.9	27.2	33.3	24.4	16.7	26.5	23.9	4.4	
12	23.7	19.2	7.4	32.4	23.5	1.0	33.5	24.4	0.0	25.9	23.5	9.7	
13	28.8	20.2	7.2	32.1	23.4	0.0	33.1	24.2	0.0	27.1	22.0	3.4	
14	32.7	22.6	T	32.1	23.6	2.6	33.7	24.0	0.0	27.8	22.2	2.1	
15	33.5	23.3	2.1	31.3	23.4	11.8	32.0	23.6	0.0	30.5	23.2	2.9	
16	34.0	23.0	T	34.0	23.0	0.0	32.7	24.0	T	29.6	23.0	0.0	
17	32.5	24.0	0.0	33.1	23.3	0.0	34.0	23.7	9.0	31.0	23.3	2.2	
18	34.5	22.1	16.9	33.7	23.5	0.0	33.3	23.5	0.0	30.1	23.1	4.1	
19	33.5	22.4	96.0	32.4	24.3	T	33.2	24.0	5.7	32.7	23.0	T	
20	31.4	22.2	0.2	27.8	24.4	0.5	32.4	22.4	0.0	33.8	23.2	0.0	
21	30.5	23.1	8.1	31.7	23.7	1.0	34.7	24.0	0.0	34.4	23.3	0.0	
22	30.5	23.0	24.2	31.5	24.1	5.6	34.5	23.8	0.0	35.0	24.2	16.0	
23	30.0	23.5	10.6	30.8	24.1	3.6	33.9	23.5	10.6	32.2	22.8	0.0	
24	30.4	23.3	0.2	26.5	22.6	5.7	32.9	23.5	T	33.6	23.8	10.6	
25	31.8	23.4	0.6	29.0	23.4	0.6	30.3	24.0	0.1	30.9	23.0	26.1	
26	31.3	22.9	0.6	31.5	22.3	7.4	29.1	23.6	2.6	31.5	23.1	0.1	
27	32.8	24.3	12.5	32.5	23.6	0.0	31.5	23.2	1.0	32.8	23.5	18.3	
28	32.4	23.2	0.0	34.2	22.6	1.4	32.4	24.1	10.1	32.1	22.9	1.5	
29	32.0	23.8	0.5	35.4	22.4	0.0	33.5	23.7	4.3	31.7	23.5	2.9	
30	30.4	23.8	10.0	33.8	23.1	0.0	32.8	23.8	29.0	30.9	23.0	0.5	
31	31.5	23.0	0.0	-	-	-	31.3	23.6	1.2	30.1	22.9	0.2	
รวม	986.6	712.7	330.8	958.2	707.5	94.9	1011.0	737.9	105.8	958.4	722.4	150.4	
เฉลี่ย	31.8	23.0	10.7	31.9	23.6	3.2	32.6	23.8	3.4	30.9	23.3	4.9	
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			482.8				577.7			683.5			833.9

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศท่าวังผา จ.น่าน

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 325 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	37.8	25.2	0.0	33.9	25.4	0.0	32.8	24.7	2.1	31.3	24.2	1.1
2	36.9	24.1	0.0	34.1	25.4	0.3	34.5	24.5	0.0	29.1	-	1.9
3	36.7	24.2	0.0	34.4	25.5	14.7	33.1	-	0.0	30.4	23.7	1.7
4	36.7	24.1	1.6	31.6	24.8	0.0	32.3	25.6	4.4	26.7	23.7	34.3
5	32.0	23.8	24.6	34.8	25.5	17.9	29.5	24.6	48.7	27.1	-	3.7
6	30.8	23.2	5.5	35.7	24.8	0.3	27.3	-	40.6	30.0	23.7	1.4
7	30.4	21.8	10.1	31.5	25.5	1.2	31.0	23.6	0.0	28.7	24.5	2.4
8	32.5	22.8	0.9	33.2	23.9	0.0	31.2	25.3	1.2	-	23.8	T
9	30.1	22.3	2.5	31.0	25.3	11.8	31.0	-	8.8	30.7	24.7	14.4
10	31.8	23.9	2.3	27.6	24.4	17.9	31.8	25.3	10.3	26.2	22.8	44.6
11	24.0	21.3	1.0	27.6	23.5	4.3	32.1	24.1	0.9	26.0	22.5	12.0
12	28.1	20.0	0.1	33.3	24.5	0.0	31.0	24.6	0.4	28.0	23.6	0.3
13	29.6	22.3	1.2	32.2	24.0	0.6	32.0	25.2	0.0	25.3	23.0	2.0
14	31.1	23.4	6.5	31.2	24.6	44.3	31.5	25.0	4.9	26.7	-	T
15	33.5	23.5	6.9	33.3	23.4	0.0	-	24.6	0.0	30.5	23.7	T
16	33.8	24.5	0.0	33.6	24.7	0.0	32.2	25.4	0.0	32.2	23.7	2.6
17	33.3	25.3	19.4	33.2	25.5	0.0	33.0	25.5	1.7	31.1	23.8	6.3
18	34.2	23.7	31.4	34.5	24.6	35.7	-	25.3	0.0	32.7	23.7	12.0
19	33.5	22.7	19.5	32.0	23.6	68.6	33.5	25.7	11.5	34.3	23.1	0.2
20	33.3	24.2	17.8	28.8	23.7	2.0	33.2	25.5	T	33.9	-	0.0
21	32.3	23.7	0.1	29.9	24.1	0.0	34.2	-	0.0	35.2	24.2	0.0
22	32.8	24.5	0.5	30.2	-	1.1	33.8	26.3	0.0	33.6	24.2	0.0
23	28.0	24.7	19.4	29.6	24.7	17.2	34.0	25.3	0.0	-	-	0.0
24	32.5	24.6	3.8	25.1	-	36.5	-	-	0.1	32.7	24.7	0.5
25	32.3	24.6	0.3	28.0	23.1	2.4	31.0	24.7	3.0	31.8	23.8	1.2
26	33.4	24.0	0.0	31.5	23.8	2.5	31.2	24.7	15.7	31.4	24.1	1.0
27	33.1	25.2	0.6	33.1	-	0.8	-	-	14.0	30.2	24.7	10.9
28	32.6	24.4	0.1	33.2	23.9	0.0	31.2	24.3	3.3	31.8	23.6	12.1
29	32.6	25.3	22.3	35.3	24.8	0.0	33.2	24.5	0.4	-	-	7.0
30	32.3	24.5	1.1	34.8	25.6	0.0	34.1	-	12.0	30.2	24.1	16.0
31	33.5	24.4	0.0	-	-	-	31.3	22.4	4.0	29.3	24.0	18.8
รวม	1005.5	736.2	199.5	958.2	662.6	280.1	867.0	596.7	188.0	847.1	595.6	208.4
เฉลี่ย	33.5	23.7	6.4	36.9	24.5	9.3	32.1	24.9	6.1	30.3	23.8	6.7
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	357.7			637.8			825.8			1034		

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมหาวิทยาลัย

ศูนย์อุตุณยมหาวิทยาลัยภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศน่าน

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 200 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	37.2	23.2	0.0	34.4	24.0	3.8	33.8	25.5	0.0	32.5	24.1	T
2	37.2	23.2	0.0	34.2	24.3	T	35.6	25.2	0.0	31.0	24.4	0.0
3	36.3	23.5	0.0	35.2	24.6	T	34.6	25.0	T	32.8	22.5	13.0
4	35.9	23.3	0.5	32.3	24.7	0.1	32.7	25.6	2.4	27.5	23.0	15.6
5	33.0	23.0	9.0	34.8	23.7	0.0	32.2	24.9	12.4	27.8	21.8	0.4
6	31.3	22.4	2.8	36.7	24.5	0.0	28.2	23.3	10.0	31.0	23.4	1.4
7	33.7	23.6	3.1	33.5	26.0	3.2	32.9	23.5	0.0	30.7	23.3	0.0
8	34.0	23.4	0.0	34.8	23.8	0.5	33.5	25.0	T	32.2	23.8	T
9	33.2	23.1	0.0	32.0	24.8	0.9	33.2	23.9	0.0	29.6	24.0	10.9
10	31.3	23.3	1.1	30.0	25.0	4.5	32.6	24.6	1.4	26.8	22.7	51.0
11	25.6	22.0	0.7	29.3	23.5	2.1	33.5	23.4	1.4	24.5	23.0	76.3
12	29.5	20.0	T	34.0	24.4	0.0	33.0	24.0	0.0	27.5	22.5	0.4
13	30.9	21.8	3.0	33.9	24.0	0.0	34.0	24.9	0.0	25.8	22.4	6.7
14	33.3	22.6	5.2	33.0	25.0	8.9	33.0	24.5	0.0	26.9	22.5	0.3
15	35.6	23.0	T	33.0	22.7	5.5	34.6	24.3	0.0	30.8	22.6	0.3
16	35.2	24.5	0.0	33.0	23.9	0.8	33.4	24.9	50.0	32.5	23.1	6.7
17	36.6	24.5	0.0	34.5	24.2	1.6	34.3	25.2	0.0	30.3	23.0	1.0
18	37.0	22.7	0.0	34.5	23.7	13.2	34.3	25.5	0.0	33.7	23.8	8.2
19	35.1	23.9	26.2	32.5	23.8	41.0	34.8	25.2	0.0	34.5	24.2	0.0
20	33.5	22.8	28.2	29.5	23.0	1.2	36.5	25.5	0.0	34.2	23.6	0.0
21	32.6	22.6	14.9	29.7	23.6	0.0	35.6	25.4	0.0	35.8	24.5	0.0
22	34.1	22.8	5.0	30.8	24.2	0.0	35.3	25.5	0.0	35.6	24.2	62.2
23	29.5	23.5	4.5	31.5	24.1	12.0	36.3	24.7	0.0	32.0	23.0	0.4
24	32.6	23.5	2.6	26.0	23.7	26.9	33.2	25.6	2.1	33.0	23.5	6.5
25	34.1	23.3	0.0	29.2	23.1	0.8	32.0	24.5	3.0	31.0	23.1	7.5
26	33.3	22.9	9.3	32.5	23.5	T	33.0	24.3	0.5	32.3	23.5	0.0
27	34.0	24.0	0.8	35.2	23.8	0.0	31.7	24.0	8.8	31.0	24.5	11.8
28	32.9	23.3	0.0	35.5	23.5	0.0	31.7	24.1	0.4	33.5	22.5	36.1
29	34.3	24.4	T	36.1	24.6	0.0	33.6	24.3	0.1	32.3	22.1	59.0
30	33.0	23.6	0.0	35.8	25.5	0.0	34.3	24.6	12.9	31.3	22.7	19.6
31	34.4	23.6	0.2	-	-	-	31.4	24.0	6.4	31.2	23.2	27.2
รวม	1040.2	717.3	117.1	987.4	723.2	127.0	1007.4	740.9	111.8	930.4	697.3	422.5
เฉลี่ย	33.6	23.9	3.8	35.3	24.1	4.2	32.5	23.9	3.6	30.0	22.5	13.6
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			295.3				422.3				534.1	956.6

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมวทยา

ศูนย์อุตุณยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศลำพูน

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 269 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	36.8	23.3	0.0	34.0	24.7	0.1	34.3	23.4	0.0	32.3	23.7	0.4
2	35.7	23.3	3.4	34.4	25.7	0.4	34.8	23.7	0.1	32.2	23.4	0.0
3	36.3	22.1	0.0	34.2	23.7	22.8	32.9	23.7	1.8	33.9	23.8	0.5
4	36.9	22.2	0.5	33.2	23.9	14.0	33.6	23.4	4.0	32.5	22.9	7.8
5	32.8	22.9	37.9	33.4	23.3	0.0	33.5	23.8	10.6	29.7	22.1	0.1
6	32.7	22.2	0.0	34.3	23.3	0.0	28.5	22.5	0.1	31.7	22.7	1.7
7	34.7	22.3	0.0	33.6	23.2	0.0	33.1	22.8	0.0	30.8	22.6	0.3
8	35.2	22.3	10.0	34.5	23.0	0.0	33.1	24.3	0.0	34.2	22.8	0.0
9	29.6	20.5	3.6	30.9	23.3	0.3	34.1	22.5	0.0	33.0	23.9	0.0
10	29.8	21.1	22.2	31.7	22.5	0.9	34.6	22.8	8.7	29.2	23.3	7.3
11	24.6	21.4	12.4	31.2	23.5	10.1	33.8	24.2	0.7	26.2	22.5	5.2
12	24.3	18.2	1.4	33.4	22.8	0.0	33.0	23.7	0.0	26.3	22.8	5.5
13	29.5	20.7	8.7	34.1	23.3	0.0	33.5	23.1	0.0	28.9	21.9	0.7
14	32.4	21.4	0.0	31.7	23.4	17.6	32.7	23.8	6.3	29.4	22.3	30.8
15	34.4	22.7	T	32.2	22.1	22.3	33.1	23.5	0.0	31.7	22.3	0.0
16	34.1	23.1	0.1	34.4	22.4	0.0	32.7	23.2	13.4	32.0	22.9	0.0
17	35.2	23.3	0.0	32.5	22.9	0.1	33.4	22.6	0.1	31.7	23.3	1.4
18	35.5	23.0	0.0	33.5	23.0	0.0	33.2	22.7	0.0	32.8	22.8	0.0
19	35.6	21.8	41.2	33.5	23.8	0.5	33.3	22.8	0.0	32.0	23.0	0.0
20	31.5	21.8	0.0	29.7	24.4	0.1	35.7	22.4	0.0	34.3	23.6	T
21	32.0	23.0	2.3	31.7	23.4	0.0	34.7	22.7	0.0	35.7	22.8	0.0
22	30.1	23.0	22.4	31.0	23.8	0.9	33.8	22.5	0.3	35.0	23.8	20.9
23	30.0	22.8	32.1	31.9	23.7	6.7	35.2	22.9	0.2	32.3	21.3	0.0
24	31.0	22.5	14.0	27.8	22.0	5.8	33.2	22.8	0.0	32.6	23.2	28.9
25	31.7	22.5	1.7	29.9	23.0	0.0	33.1	23.4	1.9	31.5	22.3	0.4
26	32.3	23.0	16.4	32.5	22.1	0.6	29.7	22.6	0.7	32.7	23.0	T
27	32.7	23.7	T	32.1	22.3	0.3	30.7	23.3	1.0	32.7	22.9	41.9
28	32.7	23.4	0.0	34.3	22.1	0.0	33.6	23.2	1.6	31.1	21.9	11.4
29	32.6	23.7	0.0	35.0	22.0	0.0	34.5	23.3	1.0	32.3	22.0	0.1
30	31.6	23.3	0.8	35.2	23.2	0.0	33.7	23.3	3.7	32.7	23.3	2.0
31	33.9	22.8	0.0	-	-	-	32.2	23.5	0.1	31.0	22.8	0.0
รวม	1008.2	693.3	231.1	981.8	695.8	103.5	1031.3	718.4	56.3	984.4	707.9	167.3
เฉลี่ย	32.5	22.4	7.5	32.7	23.2	3.5	33.3	23.2	1.8	31.8	22.8	5.4
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	367.6						471.1			527.4		

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมวทยา

ศูนย์อุตุณยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศลำปาง

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 241 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	36.5	23.6	0.0	34.3	24.4	0.3	36.0	24.5	0.0	32.5	24.5	1.6
2	36.8	24.0	0.0	34.9	23.7	8.4	36.3	24.8	0.0	32.2	24.4	1.1
3	37.3	24.4	0.0	35.0	24.0	0.6	35.5	24.5	0.0	33.5	24.3	0.5
4	35.1	25.5	0.0	33.7	25.0	0.2	34.0	25.6	1.8	32.0	24.2	4.7
5	31.6	23.6	9.8	33.6	24.6	0.0	35.3	25.4	4.6	31.6	22.6	0.7
6	33.3	23.0	0.0	35.8	24.0	0.0	29.2	23.6	17.8	32.8	23.6	T
7	35.0	23.2	0.0	34.5	24.1	0.0	34.3	22.6	0.0	31.4	23.5	0.0
8	33.5	23.5	2.3	35.6	23.6	0.0	32.6	25.0	0.0	34.6	24.1	0.0
9	33.4	23.0	0.0	34.0	24.0	3.2	33.6	23.5	0.0	34.0	24.5	0.0
10	29.5	23.9	27.8	33.0	24.1	10.6	34.7	24.2	0.4	29.5	24.6	3.3
11	25.8	22.1	13.3	30.8	23.6	0.3	33.8	24.1	0.1	26.1	24.5	14.9
12	24.3	19.5	2.2	35.2	24.6	0.0	33.7	24.5	4.5	29.4	23.0	0.0
13	32.0	21.5	9.3	34.4	24.8	0.0	34.4	24.5	0.0	28.1	23.1	13.1
14	33.8	23.0	0.0	35.2	24.8	29.3	33.7	23.9	4.3	28.3	23.0	3.0
15	35.0	23.7	0.5	34.1	23.5	0.0	33.2	23.6	0.5	32.5	23.1	7.7
16	34.8	23.4	0.0	34.4	23.9	0.0	33.8	23.5	0.0	32.2	22.9	3.8
17	36.1	24.3	0.0	34.6	23.7	0.0	34.8	24.4	0.0	32.2	23.2	0.3
18	36.7	23.9	0.0	35.4	24.1	0.0	34.6	25.0	2.0	34.2	23.8	0.0
19	36.3	23.6	2.4	34.6	24.8	2.9	34.7	23.7	0.0	34.1	24.0	0.0
20	32.2	23.8	3.8	29.9	24.5	T	35.0	23.5	0.0	36.0	23.7	0.0
21	33.1	23.0	5.7	32.6	23.5	0.0	35.0	24.2	5.1	36.5	23.0	0.0
22	31.1	24.4	2.1	32.1	24.5	0.0	35.3	23.5	0.0	36.7	24.8	0.0
23	30.0	24.2	13.5	32.9	24.0	5.6	35.8	24.2	0.0	34.3	25.4	1.5
24	33.5	23.5	6.1	27.4	24.0	8.1	34.1	24.0	0.0	32.3	25.0	6.0
25	33.4	23.6	0.0	30.6	23.5	14.4	31.5	25.0	0.6	33.0	23.6	5.5
26	33.8	24.4	0.0	33.3	23.1	0.0	32.3	24.0	0.6	32.4	23.5	1.7
27	35.4	25.5	0.0	34.6	23.5	0.0	32.6	24.1	2.6	34.5	23.7	57.8
28	32.6	24.5	0.0	35.8	22.4	0.9	33.5	25.0	13.7	31.5	23.3	0.0
29	33.0	24.5	0.6	36.0	23.0	0.0	35.0	24.4	1.8	33.0	24.5	0.0
30	32.5	23.8	2.1	36.5	24.5	0.0	34.8	24.1	8.2	33.6	24.0	6.9
31	34.8	23.5	0.0	-	-	-	32.0	24.9	0.0	33.4	23.5	38.2
รวม	1032.2	731.4	101.5	1014.8	719.8	84.8	1055.1	751.8	68.6	1008.4	738.9	172.3
เฉลี่ย	33.3	23.6	3.3	33.8	24.0	2.8	34.0	24.3	2.2	32.5	23.8	5.6
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			296.3				381.1				449.7	622.0

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุศูนย์มววิทยา

ศูนย์อุตุศูนย์มววิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศแม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 212 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	37.3	22.8	0.0	33.5	24.8	T	32.8	34.1	0.0	29.0	23.4	1.6
2	36.4	23.6	50.0	33.0	23.2	8.7	32.8	23.0	0.0	28.7	22.6	4.2
3	35.7	21.6	0.0	34.8	23.6	6.0	32.9	23.0	0.0	31.4	23.0	14.5
4	36.4	25.3	25.3	33.2	24.1	0.8	31.6	23.6	0.3	28.0	23.0	28.4
5	32.4	23.5	18.9	33.8	23.4	0.0	29.5	23.9	1.6	27.3	22.3	30.3
6	33.2	23.1	T	32.9	24.6	T	29.6	23.1	0.9	28.3	22.3	35.0
7	32.8	23.0	0.1	31.6	24.2	0.4	31.8	21.7	5.0	27.8	22.6	23.2
8	33.1	24.3	T	31.6	23.8	4.4	31.0	23.3	0.4	31.1	22.4	5.0
9	29.6	24.7	5.0	30.2	23.2	5.8	30.5	23.8	0.4	28.1	23.3	1.8
10	32.3	23.3	8.7	28.7	23.5	10.3	30.3	23.3	3.5	30.3	22.6	5.4
11	30.7	23.0	20.7	30.7	24.0	14.0	30.3	23.1	2.7	28.4	23.3	18.8
12	27.3	22.8	5.2	31.2	23.1	0.0	30.9	22.9	T	26.8	22.4	5.3
13	31.3	22.8	5.0	32.1	23.8	0.0	30.1	23.2	0.5	28.1	21.4	4.4
14	33.0	22.8	0.6	32.3	24.4	0.4	31.1	23.1	1.6	29.7	22.4	19.1
15	33.9	22.6	2.0	32.3	23.5	T	31.3	23.2	6.6	28.7	22.2	4.9
16	33.8	23.6	0.1	31.0	23.5	17.4	31.3	23.1	0.6	30.5	22.5	0.5
17	33.0	24.1	0.0	32.0	22.6	1.4	33.2	24.0	0.7	30.5	22.5	28.7
18	35.4	23.9	0.0	32.0	23.2	1.8	30.2	23.2	0.5	29.0	22.6	4.4
19	36.0	24.4	0.8	29.7	23.0	9.2	31.3	23.5	T	31.3	22.3	26.1
20	35.0	25.2	15.8	28.8	23.1	2.2	31.8	23.0	1.0	32.3	23.3	0.2
21	31.7	23.4	6.9	28.8	22.5	0.3	32.5	23.2	3.3	34.5	23.1	0.0
22	32.8	23.3	8.7	28.4	22.8	4.5	30.3	23.1	T	35.1	23.8	21.8
23	31.1	24.1	2.7	27.7	23.3	23.5	31.8	23.2	2.0	33.8	23.3	11.2
24	30.7	24.3	5.9	27.8	22.7	5.4	31.9	23.7	13.2	32.3	23.6	3.3
25	30.2	23.0	16.6	29.0	22.7	0.5	28.9	23.1	13.2	29.3	23.5	3.8
26	30.9	23.6	13.8	29.7	21.4	1.6	27.8	23.0	10.4	31.7	23.1	0.1
27	30.9	23.5	4.9	30.4	22.3	11.8	26.7	23.4	20.9	31.3	23.5	3.1
28	31.5	23.4	4.1	31.2	22.5	2.2	30.0	23.3	0.1	31.8	23.1	0.1
29	29.0	23.5	0.7	33.5	22.0	0.2	28.6	23.5	18.8	30.5	22.9	13.5
30	29.9	23.4	9.7	34.1	23.6	0.1	31.5	22.9	0.5	30.0	23.0	11.5
31	30.7	23.0	0.0	-	-	-	31.1	23.5	0.7	31.2	22.4	1.4
รวม	1008.0	728.9	232.2	936.0	698.4	132.9	955.4	731.0	109.4	936.8	707.7	331.6
เฉลี่ย	32.5	23.5	7.5	31.2	23.3	4.4	30.8	23.6	3.5	30.2	22.8	10.7
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			438.3				571.2				680.6	1012

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศแพร่

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 161 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	34.7	24.7	0.0	33.1	24.2	0.0	34.5	25.4	0.0	31.4	24.3	T
2	33.5	24.6	0.0	33.5	25.0	0.0	34.4	25.0	0.0	31.2	24.9	2.5
3	34.8	24.5	0.0	33.8	25.2	11.5	34.0	24.7	4.8	31.4	24.8	0.5
4	33.5	25.6	0.0	31.8	25.4	0.8	32.5	24.2	0.6	28.0	23.0	4.5
5	31.6	24.7	8.0	32.7	24.5	0.0	32.9	25.1	4.0	28.8	22.3	0.4
6	32.2	23.8	0.0	34.6	24.4	0.0	28.3	23.9	7.1	32.0	24.2	2.3
7	33.8	23.4	0.1	34.0	25.1	0.0	32.2	23.4	0.1	30.6	23.5	0.5
8	33.8	24.3	0.0	34.4	24.5	0.0	32.9	25.3	12.0	32.5	24.5	T
9	32.7	23.4	T	31.9	24.5	7.3	32.0	23.6	6.2	32.7	25.0	0.7
10	30.2	24.9	15.6	30.0	24.4	0.7	33.0	24.5	4.1	28.7	25.1	24.4
11	28.0	22.3	4.0	29.8	24.1	5.3	32.7	24.2	1.5	25.5	24.3	29.5
12	25.3	20.5	15.8	33.2	24.4	0.1	32.9	24.4	1.8	27.5	23.2	0.1
13	31.1	21.5	1.0	34.0	25.3	3.9	32.6	24.8	T	27.6	23.5	15.3
14	33.3	23.5	0.0	33.5	24.6	1.9	32.1	24.6	5.3	27.2	23.3	10.8
15	34.1	24.0	0.0	33.8	24.7	0.0	33.2	24.2	T	31.3	22.8	19.6
16	33.6	24.4	0.0	33.4	24.9	0.0	33.1	25.3	0.0	32.3	23.2	2.1
17	34.1	25.5	0.0	33.1	24.9	0.0	33.4	-	0.0	30.8	23.1	7.5
18	35.6	24.5	0.0	33.5	24.0	0.0	33.2	24.7	0.0	33.0	24.0	T
19	35.8	24.8	0.0	33.4	25.4	12.0	33.0	24.8	T	32.8	24.9	T
20	32.1	25.2	3.3	28.7	23.9	2.8	35.2	25.4	T	32.1	25.1	0.5
21	32.0	23.5	3.0	31.1	23.8	0.0	34.9	24.1	0.2	35.3	24.8	0.0
22	31.5	24.0	12.5	31.1	24.8	0.0	34.6	24.5	0.0	35.4	24.8	0.3
23	28.4	24.3	22.5	31.4	24.3	6.2	35.3	25.2	0.0	33.1	25.0	1.8
24	33.2	23.6	0.6	26.5	24.6	23.8	33.4	25.4	0.0	31.5	24.9	5.2
25	32.0	23.3	0.1	30.0	23.7	23.7	31.8	25.2	T	30.8	24.0	3.7
26	32.1	24.4	1.0	32.3	24.0	15.1	30.3	25.1	0.2	31.6	23.9	5.1
27	33.5	24.6	0.0	34.4	23.4	0.0	31.4	24.8	1.8	32.4	24.6	4.9
28	33.0	24.0	0.0	35.2	-	0.0	32.4	25.3	12.6	32.2	24.0	9.1
29	33.3	25.1	0.7	35.7	24.3	0.0	34.3	25.2	9.5	31.0	23.6	2.2
30	33.2	24.4	12.0	35.2	25.2	0.0	33.5	-	28.2	32.0	24.0	0.1
31	33.7	24.1	4.9	-	-	-	29.6	24.8	2.4	32.7	24.5	1.5
รวม	1009.7	745.4	105.1	979.1	711.5	115.1	1019.6	717.1	102.4	965.4	747.1	155.1
เฉลี่ย	32.6	24.0	3.4	32.6	24.5	3.8	32.9	24.7	3.3	31.1	24.1	5.0
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			323.8				438.9				541.3	696.4

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณัยมวิทยา

ศูนย์อุตุณัยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศอุดรดิตถ์

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 63 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	36.0	24.7	0.0	33.5	25.3	0.0	35.5	25.0	0.0	32.7	24.0	0.2
2	36.7	25.3	0.0	33.6	25.0	0.0	34.6	25.1	0.0	31.7	24.5	1.3
3	36.8	25.5	0.0	33.4	25.2	3.9	36.0	24.4	0.1	32.5	24.5	0.1
4	36.7	25.6	18.8	33.5	25.0	T	34.2	25.7	0.7	29.6	24.4	1.0
5	31.9	24.3	117.9	33.3	24.6	0.0	33.3	24.7	49.3	31.2	23.4	9.7
6	32.2	22.7	0.3	35.5	25.1	0.0	29.8	23.0	45.5	32.9	23.6	0.8
7	33.8	24.1	0.1	28.2	25.9	0.0	32.7	23.1	0.0	30.6	23.0	0.9
8	33.8	24.0	50.9	34.3	24.7	0.1	34.5	24.6	16.8	31.9	24.1	6.4
9	34.3	23.0	19.9	31.0	24.5	7.3	34.0	23.7	T	34.0	23.9	0.0
10	32.0	23.4	43.8	28.2	24.1	39.7	34.0	24.1	0.0	31.5	24.5	8.5
11	29.3	22.3	12.8	29.6	23.7	4.1	33.7	24.7	0.0	25.9	23.9	13.9
12	26.5	21.4	2.3	33.2	23.9	0.0	34.0	25.0	0.0	27.0	22.7	11.6
13	31.7	22.1	70.1	33.4	25.1	0.0	34.2	25.2	0.0	27.8	22.4	53.0
14	33.0	23.2	0.7	34.8	25.4	1.7	32.9	25.3	0.0	28.5	22.9	20.4
15	34.1	23.2	0.2	34.3	24.6	13.1	35.0	25.0	0.0	31.3	22.5	3.7
16	34.3	23.6	0.0	34.5	23.6	4.5	33.9	25.1	2.4	32.7	22.8	11.2
17	33.4	26.1	0.3	33.4	24.4	22.6	33.6	24.9	1.7	31.8	22.9	0.2
18	35.8	24.8	0.0	34.3	23.5	0.0	33.0	23.7	0.0	34.6	23.9	15.5
19	35.4	24.7	8.0	34.5	25.0	15.6	34.7	24.6	0.0	35.0	24.0	0.0
20	32.8	24.4	39.5	28.6	23.8	2.8	35.4	25.6	0.0	34.5	24.7	17.8
21	32.4	23.1	0.0	31.0	24.0	0.0	35.4	24.5	0.0	35.7	24.8	0.0
22	30.9	25.0	28.9	31.4	24.3	0.3	35.5	-	8.0	35.2	24.8	23.4
23	29.7	24.4	5.9	32.7	23.9	T	35.0	24.2	0.0	34.0	23.5	28.6
24	32.5	23.6	24.6	28.6	24.5	9.3	34.5	25.0	T	33.9	24.4	17.0
25	32.2	23.8	20.6	30.1	24.0	10.3	30.3	25.1	23.2	32.1	23.0	5.2
26	30.6	23.6	43.7	33.8	23.7	0.2	29.4	24.4	0.3	32.6	23.3	1.1
27	33.6	23.1	25.4	35.3	23.4	2.9	29.5	24.6	11.4	34.0	23.9	31.2
28	32.2	23.9	0.0	36.0	23.1	T	33.5	24.4	0.0	33.5	23.0	11.8
29	32.4	24.3	0.0	36.3	23.8	0.0	35.1	25.3	T	32.5	23.0	6.8
30	32.8	24.3	31.5	36.5	25.4	0.0	34.6	24.5	2.1	32.8	23.5	0.2
31	34.3	23.7	0.0	-	-	-	30.7	24.0	2.0	33.1	23.5	2.3
รวม	1024.1	741.2	566.2	986.8	732.5	138.4	1042.5	738.5	163.5	997.1	733.3	303.8
เฉลี่ย	33.0	23.9	18.3	32.9	25.3	4.6	33.6	24.6	5.3	32.2	23.7	9.8
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	777.4			915.8			1079			1383		

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมวทยา

ศูนย์อุตุณยมวทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดสุโขทัย

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล - เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	35.8	23.2	0.0	-	23.1	53.7	34.6	24.1	0.0	32.2	22.0	0.0
2	36.4	23.9	0.0	32.2	22.6	0.2	34.2	24.4	0.0	30.8	23.7	T
3	37.2	23.7	0.0	32.0	22.4	0.2	34.8	23.2	0.0	32.2	24.5	0.0
4	36.4	23.8	6.2	33.0	23.8	6.2	34.6	24.2	2.5	29.7	23.8	0.3
5	29.2	22.7	0.0	32.5	22.9	0.0	33.5	22.4	24.0	31.3	24.6	T
6	33.8	22.7	0.0	33.8	23.6	0.0	28.5	21.5	12.1	30.8	24.6	1.5
7	-	22.3	42.8	33.7	23.2	0.0	32.7	20.5	0.0	28.5	24.5	1.0
8	32.9	20.3	30.1	33.0	23.0	32.2	33.8	24.0	0.0	32.1	25.4	2.6
9	33.4	21.4	5.2	31.0	-	0.3	33.6	23.5	0.0	32.5	25.0	0.0
10	30.6	22.4	29.0	29.2	22.4	5.8	32.2	23.6	0.0	31.4	26.2	1.6
11	27.8	20.0	41.6	30.2	22.3	40.0	33.2	23.0	0.0	27.7	25.1	6.6
12	27.3	19.9	2.0	33.7	22.4	0.0	32.7	23.0	0.0	28.4	23.2	6.1
13	31.7	21.5	2.7	34.0	22.7	0.3	32.8	23.9	0.0	28.7	23.3	6.0
14	33.1	21.7	1.2	34.2	24.6	3.4	33.6	22.5	0.0	29.8	23.8	1.4
15	33.6	22.3	0.0	32.0	23.0	3.0	34.4	22.6	3.8	30.3	23.4	1.9
16	33.8	24.0	0.0	33.9	23.2	0.0	33.8	22.5	3.2	32.4	23.5	0.4
17	34.5	25.1	0.0	33.3	23.7	0.0	33.0	22.3	17.6	32.3	23.5	0.0
18	35.7	24.0	0.0	34.4	25.1	0.0	32.5	20.8	0.0	34.6	24.2	37.8
19	35.6	23.4	14.9	34.1	24.4	T	-	22.9	0.0	33.4	24.8	0.0
20	33.0	22.7	27.2	29.4	22.6	1.1	34.2	22.4	9.6	33.4	25.2	0.2
21	32.2	21.8	0.0	30.6	22.2	0.0	34.3	22.8	0.0	34.8	25.0	0.0
22	30.3	23.1	0.0	30.9	23.2	0.0	35.1	22.5	0.0	34.7	26.5	0.8
23	31.6	23.5	51.4	32.1	23.8	T	34.2	24.6	0.0	33.5	25.0	4.0
24	33.0	22.0	23.6	28.8	22.2	4.7	33.6	24.0	0.0	31.6	25.6	78.6
25	32.5	23.2	28.5	31.2	21.6	T	31.6	23.2	12.1	32.4	23.4	32.0
26	32.5	22.4	8.4	32.8	22.1	0.0	28.8	22.8	3.4	31.5	24.0	1.6
27	32.9	22.4	4.5	35.2	22.4	0.0	31.4	23.5	1.0	32.8	24.5	84.9
28	31.9	22.7	T	35.8	23.6	0.0	32.4	23.3	T	32.4	23.7	5.6
29	31.9	23.3	5.7	35.4	23.5	0.0	31.5	24.4	0.2	32.6	23.4	2.7
30	32.8	24.4	5.4	35.8	24.4	0.0	34.6	23.4	10.3	32.6	24.5	5.6
31	33.8	23.0	0.5	-	-	-	31.4	21.8	0.9	32.4	24.5	1.2
รวม	987.2	702.8	330.9	948.2	670.0	151.1	991.6	713.6	100.7	983.8	754.4	284.4
เฉลี่ย	32.9	22.7	10.7	31.6	22.3	5.0	33.1	23.0	3.2	31.7	24.3	9.2
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	413.1			564.2			664.9			949.3		

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมวทยา

ศูนย์อุตุณยมวทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดสุโขทัย(ศรีสำโรง)

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล - เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	35.9	25.2	0.0	33.6	24.9	3.8	34.5	25.5	0.0	31.7	23.9	0.7
2	36.6	25.5	0.0	32.3	24.9	0.0	33.9	26.5	0.0	31.0	25.0	0.1
3	36.6	25.7	0.0	31.4	23.4	0.6	35.2	25.6	T	32.8	26.3	0.2
4	37.0	25.5	27.7	32.7	25.4	11.8	32.2	26.6	5.6	29.7	22.5	0.7
5	28.3	24.3	0.2	32.3	24.5	0.0	33.5	24.6	20.3	31.8	24.4	T
6	33.5	24.8	13.0	33.8	25.0	0.0	28.5	23.9	7.0	31.0	24.5	1.3
7	32.3	24.0	27.9	33.5	25.2	0.0	32.2	23.2	0.0	28.3	24.5	1.2
8	33.0	22.0	18.7	32.6	24.7	17.3	33.9	25.8	0.0	31.7	25.1	9.3
9	33.1	22.1	8.0	31.7	23.6	0.2	34.2	26.1	0.0	31.8	24.8	T
10	30.6	23.6	79.6	29.1	24.5	20.2	33.9	25.7	0.0	-	25.5	2.6
11	27.8	22.1	30.3	29.7	23.0	26.7	34.6	25.2	0.0	27.3	24.8	6.9
12	27.0	22.0	1.1	33.1	24.1	0.2	33.5	25.5	0.0	28.6	23.3	1.7
13	30.8	22.0	4.0	33.5	25.0	1.2	33.8	26.8	0.0	29.4	23.2	10.0
14	33.3	23.6	3.8	33.5	25.8	2.3	33.6	25.6	0.0	30.1	24.0	3.1
15	33.6	24.1	0.0	31.8	24.5	6.4	34.9	25.0	9.2	29.9	23.2	11.3
16	33.3	26.0	0.0	33.6	24.7	0.0	33.4	24.8	0.5	32.0	23.2	0.8
17	34.1	25.8	0.0	32.7	25.5	0.0	32.5	25.3	8.6	32.1	23.5	0.0
18	35.1	25.5	0.3	34.1	25.1	0.0	32.1	25.3	0.0	34.7	24.3	3.5
19	37.3	25.7	3.8	33.9	25.9	0.9	34.0	24.8	T	33.9	25.0	0.0
20	32.3	24.8	10.0	29.2	25.0	0.6	33.5	25.8	0.7	34.2	25.0	T
21	32.6	23.8	0.0	30.4	24.4	0.0	33.7	25.0	0.0	35.3	24.5	0.0
22	31.7	24.8	T	32.7	24.8	0.0	34.7	25.2	0.0	35.0	25.4	0.5
23	30.6	25.6	30.2	31.3	26.2	1.1	34.5	24.6	0.0	33.5	24.6	2.6
24	33.1	24.0	12.9	29.4	24.5	4.7	34.1	24.7	0.0	32.3	25.5	73.1
25	31.9	25.2	28.6	30.5	24.2	0.0	31.6	25.2	7.0	32.3	23.5	14.8
26	32.5	23.9	73.8	31.2	24.3	0.0	-	24.9	2.2	32.4	24.1	2.1
27	32.3	24.0	8.7	35.2	24.5	0.0	31.5	25.3	0.3	33.0	24.5	36.6
28	32.0	24.6	0.1	35.4	23.6	0.0	32.3	25.2	0.0	32.5	24.0	4.8
29	31.7	25.5	0.0	35.1	24.5	0.0	32.2	25.9	T	32.2	23.7	2.3
30	32.6	25.0	4.4	35.5	-	0.0	34.3	25.4	6.7	33.1	24.3	0.4
31	33.7	25.1	22.6	-	-	-	31.1	24.0	2.6	31.9	24.7	1.6
รวม	1016.2	755.8	409.7	974.8	715.7	98.0	997.9	783.0	70.7	955.5	754.8	192.2
เฉลี่ย	32.8	24.4	13.2	32.5	24.7	3.3	33.3	25.3	2.3	31.9	24.3	6.2
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			484.0				582.0				652.7	844.9

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศเขื่อนภูมิพล จ.ตาก

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 142 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	34.4	23.8	0.0	34.1	23.8	6.2	35.6	25.2	0.0	32.0	24.0	0.0
2	35.7	23.7	0.0	34.0	24.0	0.0	33.8	25.5	0.0	32.5	24.5	0.0
3	36.5	25.5	0.0	32.5	24.5	19.2	36.5	25.0	0.0	32.7	25.7	0.0
4	34.5	25.5	0.0	32.0	24.5	T	33.5	25.0	2.1	29.8	25.5	9.3
5	27.0	25.5	40.0	33.5	24.5	5.2	35.0	24.5	2.9	31.0	23.2	6.0
6	32.7	24.0	0.0	35.1	23.7	0.0	31.7	23.6	5.0	31.0	23.0	15.9
7	35.7	25.0	0.4	34.0	26.0	0.0	32.5	22.7	0.0	33.6	23.0	9.3
8	35.6	23.6	0.0	32.5	25.0	6.9	33.5	25.5	0.0	32.6	23.5	0.4
9	34.0	24.0	1.4	32.0	24.5	8.6	34.5	25.0	0.0	32.0	24.0	0.0
10	30.0	24.0	79.0	29.5	24.0	0.8	31.0	26.5	0.0	31.0	24.2	1.6
11	27.0	22.2	43.6	29.5	24.0	T	32.8	26.0	0.0	29.5	26.0	1.6
12	27.3	21.5	2.5	35.1	24.2	0.0	32.2	26.0	0.0	28.5	23.0	1.0
13	31.3	22.3	0.9	35.0	24.4	0.0	33.6	24.5	0.0	33.5	22.5	4.1
14	33.5	23.0	19.4	34.0	25.5	1.2	32.5	25.0	T	29.2	23.5	4.7
15	34.5	23.0	0.0	34.5	25.0	0.0	35.2	25.0	0.0	30.8	23.0	0.0
16	35.5	25.0	1.3	34.6	27.0	T	34.2	25.0	0.8	34.1	23.5	0.5
17	34.5	24.2	0.5	34.7	27.5	0.0	35.0	24.2	0.6	33.8	23.5	0.0
18	34.7	25.5	0.0	35.8	25.6	0.1	35.0	24.0	T	34.6	24.0	0.0
19	35.6	24.8	6.8	34.2	26.8	T	35.6	26.5	0.0	-	25.0	0.3
20	33.0	24.2	14.0	29.5	26.5	0.4	35.7	25.5	0.0	-	-	0.0
21	32.8	24.5	33.5	30.2	24.5	0.0	36.2	26.0	0.0	36.0	23.7	0.0
22	24.0	24.0	12.1	28.8	24.5	0.0	35.6	27.0	0.0	-	-	0.0
23	29.8	24.0	1.8	30.0	26.2	2.0	35.0	25.0	0.0	-	-	T
24	31.5	24.0	9.2	28.6	24.2	5.9	32.5	24.6	0.0	33.2	25.0	45.2
25	32.2	23.2	28.5	29.2	24.0	1.1	30.5	25.5	6.0	34.0	24.2	0.5
26	31.0	24.0	6.4	32.5	24.5	0.0	27.5	24.0	5.9	33.0	24.5	0.0
27	32.9	23.8	T	35.5	24.5	0.0	29.5	23.8	1.9	33.5	24.0	1.4
28	33.4	25.0	0.3	36.4	23.8	0.0	30.5	24.0	0.4	30.4	23.7	3.4
29	30.5	24.5	2.6	36.4	24.0	0.0	32.2	24.2	3.0	-	-	0.0
30	30.5	25.0	7.4	32.0	25.8	3.0	34.5	24.0	7.2	-	-	T
31	34.9	24.5	1.6	-	-	-	31.0	23.5	0.3	33.4	23.5	0.1
รวม	1006.5	746.8	313.2	985.7	747.0	60.6	1034.4	771.8	36.1	805.7	623.2	105.3
เฉลี่ย	32.5	24.1	10.1	32.9	24.9	2.0	33.4	24.9	1.2	32.2	24.0	3.4
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			505.1				565.7				601.8	707.1

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดตาก

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 121 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	34.8	25.3	0.0	34.4	25.6	T	32.6	27.0	0.0	30.0	23.6	0.2
2	37.2	24.5	0.0	34.2	25.5	0.0	32.4	27.1	0.0	31.0	25.5	T
3	36.6	27.0	0.0	32.0	26.8	0.3	34.5	26.8	0.2	31.3	26.0	7.9
4	34.0	27.4	T	32.8	26.0	0.0	33.5	26.0	0.0	31.2	22.6	4.5
5	26.4	25.0	74.3	32.6	25.9	T	33.2	24.5	1.5	30.0	23.9	5.2
6	33.0	23.5	0.0	33.4	25.4	0.1	29.1	24.7	T	29.2	23.0	13.5
7	33.6	26.3	0.0	33.5	26.6	0.0	32.6	23.5	0.0	27.7	22.7	8.4
8	33.3	25.4	0.0	33.0	24.8	T	33.5	26.5	0.0	30.5	24.5	T
9	34.5	26.7	2.3	32.2	24.0	T	33.3	27.3	0.0	30.2	25.5	T
10	30.5	24.8	163.5	29.3	24.5	19.4	32.0	27.0	4.2	30.1	26.0	0.0
11	25.6	22.2	107.2	30.5	23.5	40.4	31.5	26.1	0.0	28.0	26.8	10.4
12	28.8	21.4	3.5	33.4	24.0	0.0	31.7	25.5	T	28.5	23.0	0.8
13	30.5	22.5	0.6	33.4	26.5	0.0	31.0	26.3	T	27.0	22.9	6.7
14	33.2	23.6	9.8	33.6	26.7	0.5	32.9	-	0.0	28.0	23.5	5.3
15	34.1	24.0	0.0	32.6	26.2	0.3	34.2	25.9	0.0	-	23.5	1.2
16	34.5	25.8	0.0	32.4	26.6	9.9	34.2	25.8	1.0	32.2	23.0	0.0
17	33.5	26.0	0.0	32.7	26.8	0.0	34.2	25.2	5.8	31.9	24.9	0.0
18	33.1	27.0	0.0	33.5	26.8	0.0	34.0	24.0	0.0	34.0	22.6	0.0
19	34.5	27.4	0.0	32.8	26.0	6.2	34.2	26.0	0.0	34.1	25.7	0.0
20	31.5	25.0	0.0	28.4	25.6	5.2	34.8	26.6	0.0	33.7	26.4	7.0
21	32.5	25.1	13.0	29.2	23.6	T	35.5	26.0	0.0	36.0	25.5	7.0
22	32.0	25.3	4.2	30.3	24.2	T	34.8	26.6	0.0	35.6	26.0	0.0
23	30.4	24.2	8.2	31.4	25.4	T	35.2	24.8	0.0	35.2	25.8	3.5
24	31.5	24.8	10.6	29.0	25.3	2.5	33.0	27.2	0.0	32.7	25.5	9.7
25	32.5	24.0	14.2	30.0	24.5	0.0	31.0	26.2	9.2	31.4	24.6	31.4
26	31.0	23.6	9.7	31.9	23.4	4.6	27.2	24.4	7.2	32.9	24.3	0.0
27	32.0	24.0	5.0	34.0	24.8	0.0	30.3	25.3	0.5	33.4	24.6	60.3
28	32.0	24.9	3.2	34.0	25.8	0.0	31.2	25.8	0.2	31.4	24.1	3.8
29	30.4	24.5	T	34.0	26.5	0.0	30.5	26.6	0.3	31.0	24.6	0.0
30	30.8	24.5	10.0	34.0	27.9	0.0	32.0	25.8	2.5	32.2	24.4	0.0
31	33.0	25.8	0.0	-	-	-	30.8	24.3	12.8	32.7	25.0	8.4
รวม	1001.3	771.5	439.3	968.5	765.2	89.4	1010.9	774.8	45.4	943.1	760.0	195.2
เฉลี่ย	32.3	24.9	14.2	32.3	25.5	3.0	32.6	25.8	1.5	31.4	24.5	6.3
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			603.5				692.9				738.3	933.5

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศแม่สอด จังหวัดตาก

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 196 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	36.5	24.5	0.0	32.2	24.5	0.0	30.9	23.5	0.1	29.2	-	29.5
2	36.2	23.6	1.0	32.2	24.8	0.0	-	24.3	1.2	28.0	22.0	23.1
3	35.0	23.6	0.0	32.5	23.8	1.0	31.8	23.5	5.7	28.0	22.0	59.3
4	35.1	25.0	0.0	30.7	24.2	0.0	32.1	23.5	0.0	26.0	22.0	57.5
5	29.0	25.0	0.0	32.9	23.9	1.2	32.0	23.8	19.4	26.7	21.8	25.5
6	33.5	23.5	7.3	32.6	23.5	0.0	28.6	22.7	10.0	27.7	22.2	85.5
7	33.8	22.7	0.0	32.0	23.3	0.4	31.5	22.6	3.5	26.0	-	35.7
8	32.5	23.4	0.0	31.3	24.0	8.0	29.3	23.2	1.0	28.5	23.0	19.0
9	34.5	24.0	0.1	30.5	23.5	16.3	30.5	23.5	10.9	29.5	22.5	6.7
10	33.6	23.8	9.0	30.0	23.0	7.2	30.7	23.1	12.6	29.0	22.5	4.0
11	32.8	22.7	17.3	31.1	23.7	0.9	30.0	22.5	12.6	27.0	23.0	20.0
12	-	23.0	2.4	32.5	23.1	T	26.7	22.5	42.8	27.3	22.4	20.5
13	33.9	-	0.2	33.0	23.8	0.8	29.2	22.2	3.8	27.5	21.5	24.2
14	34.6	22.5	0.0	31.0	23.9	1.4	30.5	23.3	8.3	-	22.0	24.5
15	34.2	23.5	0.4	30.0	23.5	0.0	30.5	23.0	8.2	28.5	22.2	T
16	34.0	23.5	1.7	31.5	24.0	6.5	31.3	23.8	0.0	30.8	23.0	0.4
17	32.7	24.2	7.4	32.5	22.0	1.3	31.0	23.8	4.5	31.0	22.5	2.6
18	31.1	23.9	0.6	31.0	24.2	5.0	31.6	23.0	0.8	32.0	22.5	14.2
19	34.8	23.0	1.1	31.6	22.5	9.3	31.6	23.5	2.3	31.3	22.5	0.0
20	35.3	23.2	48.7	27.2	22.6	7.7	32.0	23.5	1.6	32.0	24.0	0.0
21	32.8	23.2	2.0	27.0	22.3	13.6	31.4	23.5	4.3	34.0	23.0	0.0
22	32.6	23.4	5.6	28.5	23.0	18.7	32.0	23.3	0.0	34.0	23.5	0.0
23	31.2	24.0	2.2	28.0	23.4	21.3	32.1	23.4	0.0	34.0	24.5	1.1
24	31.0	24.0	0.1	27.4	22.5	4.7	29.4	24.2	4.4	32.0	23.9	13.5
25	34.0	23.3	17.5	28.5	22.9	19.3	27.8	23.4	44.4	30.8	23.5	9.3
26	32.0	23.5	21.8	29.9	21.5	0.8	27.5	22.6	18.7	31.0	22.2	0.0
27	30.7	22.7	8.6	32.0	23.0	0.0	28.5	24.0	13.2	31.5	23.5	8.2
28	31.0	23.0	17.9	33.0	23.7	0.0	28.5	24.4	17.4	31.5	23.2	T
29	27.6	23.0	9.6	32.8	22.6	2.3	26.5	-	1.5	30.5	23.3	0.0
30	-	22.7	17.2	31.3	24.0	0.0	29.4	23.0	1.4	31.0	23.7	0.0
31	31.5	22.8	0.0	-	-	-	29.5	23.1	2.3	32.0	22.7	0.0
รวม	957.5	704.2	199.7	926.7	700.7	147.7	904.4	699.7	256.9	898.3	660.6	484.3
เฉลี่ย	33.0	23.5	6.4	30.9	23.4	4.9	30.1	23.3	8.3	29.9	22.8	15.6
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			292.1				439.8				696.7	1181.0

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศอุ้มผาง จังหวัดตาก

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 456 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	33.5	19.9	7.1	30.0	22.5	8.4	29.0	22.2	9.1	26.3	21.2	21.7
2	-	20.2	10.5	28.2	22.2	13.6	27.2	22.5	0.3	26.6	21.0	13.9
3	31.8	21.8	5.5	30.4	21.8	8.0	29.8	21.2	0.0	26.2	21.8	23.6
4	31.2	23.0	6.7	29.1	21.8	1.3	29.2	22.5	1.1	24.3	21.2	13.8
5	25.8	22.5	4.7	28.8	21.2	13.4	30.0	22.0	15.8	24.7	20.8	25.5
6	31.0	20.2	0.0	29.4	21.3	8.4	27.5	21.6	11.4	26.6	21.2	21.8
7	-	21.5	2.7	28.2	20.5	1.9	29.2	20.7	5.5	25.4	21.6	27.1
8	29.0	20.8	0.0	27.4	21.4	5.6	29.2	20.5	0.0	25.8	21.8	4.3
9	30.8	20.0	0.0	29.0	21.7	0.0	29.5	19.7	1.0	28.0	-	0.0
10	31.5	22.2	1.0	-	22.2	28.5	28.2	19.6	2.8	27.5	21.8	1.2
11	31.2	22.5	7.0	28.2	21.5	5.5	27.8	20.8	4.7	26.8	21.0	18.0
12	28.4	21.5	10.7	30.2	21.7	0.3	27.0	21.8	2.1	26.1	21.4	12.0
13	28.9	20.2	3.6	28.4	22.0	6.4	27.5	21.6	0.7	25.5	20.6	9.0
14	30.2	21.2	0.0	30.4	22.4	0.2	27.5	21.8	3.0	-	21.0	4.8
15	30.8	20.2	0.7	30.2	21.6	13.3	29.3	21.2	2.2	28.5	21.0	2.5
16	31.3	20.2	0.0	28.0	21.5	2.2	27.8	22.0	2.1	29.7	21.0	2.5
17	-	20.4	0.0	30.0	22.2	4.6	30.8	20.8	21.9	28.5	20.0	1.8
18	31.0	19.2	4.3	28.5	21.3	10.3	28.5	-	1.5	29.1	19.8	4.0
19	33.0	19.8	2.8	28.5	20.5	12.9	30.0	22.2	T	30.3	21.7	0.0
20	30.2	20.0	0.1	26.4	21.3	3.4	30.8	21.4	6.2	30.0	20.8	0.0
21	30.8	22.0	15.7	27.2	20.8	2.1	30.5	21.8	0.0	30.5	-	0.5
22	32.0	21.2	6.0	25.0	20.8	7.3	30.2	22.0	0.0	31.5	21.8	0.0
23	28.8	-	1.2	26.5	21.7	11.6	27.4	21.0	2.8	32.0	21.4	0.0
24	29.8	21.6	2.8	25.4	21.4	5.1	27.0	-	4.5	32.4	22.4	10.9
25	31.1	21.2	4.9	27.2	21.0	3.5	25.6	21.8	18.6	30.5	22.5	4.2
26	28.5	22.4	1.9	29.4	21.2	0.0	-	20.8	7.2	29.2	21.5	0.0
27	29.4	22.0	3.3	31.2	20.5	0.0	28.0	22.2	2.7	31.5	21.2	4.3
28	28.7	21.5	4.5	-	22.2	0.0	28.8	22.4	2.3	30.2	21.4	11.0
29	27.2	22.2	4.7	30.5	20.0	T	25.0	22.6	15.4	27.2	21.5	0.1
30	28.0	22.0	3.4	29.8	21.0	3.0	27.5	21.0	2.8	27.0	21.4	4.7
31	28.8	22.8	14.7				26.6	21.8	9.8	28.0	20.3	25.6
รวม	842.7	636.2	130.5	801.5	643.2	180.8	852.4	623.5	157.5	845.9	616.1	268.8
เฉลี่ย	29.1	20.5	4.2	28.6	21.4	6.0	27.5	21.5	5.1	28.2	21.2	8.7
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			357.7				538.5				696.0	964.8

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดพิษณุโลก

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 44 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	35.2	25.7	0.0	34.0	25.1	4.1	34.4	26.2	0.0	31.3	24.4	T
2	35.4	25.5	0.0	33.5	25.0	T	33.4	27.0	5.8	31.1	25.2	0.4
3	-	25.7	0.0	32.1	25.6	16.6	34.2	25.0	0.0	32.5	25.9	0.2
4	33.8	25.3	9.5	33.6	24.0	1.6	33.5	26.6	0.4	30.4	25.5	1.5
5	27.6	23.8	10.5	32.0	-	0.0	31.8	25.3	13.3	30.8	24.5	8.5
6	32.7	24.2	0.5	34.0	25.5	0.0	30.0	23.4	6.5	31.9	24.1	11.8
7	33.5	24.9	T	34.2	25.5	1.1	32.3	23.2	0.0	30.2	21.6	0.7
8	32.8	24.4	2.7	33.2	25.3	14.0	33.8	25.2	5.8	33.3	24.8	0.0
9	33.5	24.5	1.1	33.2	25.4	1.1	34.2	25.1	0.0	32.6	26.0	1.1
10	32.6	24.5	23.6	30.1	25.0	2.5	33.0	25.7	0.0	32.0	-	6.5
11	29.7	22.8	21.8	31.2	24.0	17.0	33.4	26.5	0.0	27.1	24.5	12.0
12	29.7	22.4	29.8	33.5	23.3	0.0	32.7	25.4	2.1	28.8	23.6	37.3
13	32.3	23.1	3.4	34.0	25.3	0.0	32.7	25.6	0.0	28.8	23.5	12.4
14	32.9	24.0	27.3	34.7	26.4	4.3	34.0	25.2	6.6	31.8	23.6	11.5
15	33.5	23.8	0.0	32.0	23.7	0.2	34.6	24.9	37.4	31.2	23.6	4.5
16	34.0	24.9	0.0	33.4	25.5	0.5	33.1	23.5	0.1	31.5	23.6	0.0
17	34.1	26.0	0.0	32.3	25.5	0.0	32.5	25.7	33.4	32.0	24.6	0.0
18	35.3	25.8	0.0	34.1	25.5	17.8	32.5	22.9	0.0	34.4	25.3	T
19	35.6	26.6	5.9	33.7	25.0	6.2	34.0	26.2	0.0	33.9	25.1	T
20	32.6	25.0	8.1	28.7	24.6	9.5	34.5	25.8	6.3	33.2	25.1	0.0
21	31.5	24.6	0.0	30.4	24.2	T	34.1	25.0	0.0	35.4	26.1	0.0
22	34.1	25.1	10.8	31.7	23.7	0.0	34.0	25.8	24.5	34.3	27.0	0.5
23	31.1	24.4	14.5	32.9	26.2	47.0	34.0	24.5	0.0	33.5	25.6	0.2
24	29.8	23.6	0.0	28.6	23.0	2.2	33.7	25.9	2.5	33.4	22.4	52.7
25	34.5	25.6	4.5	29.6	24.2	2.0	29.8	24.8	2.6	33.1	22.9	39.0
26	33.0	24.1	0.1	33.2	23.6	0.0	28.6	24.9	3.1	32.6	22.6	5.1
27	33.0	25.5	16.9	33.7	25.3	0.4	33.0	25.5	0.5	32.9	24.0	3.4
28	33.6	24.1	T	35.0	25.6	0.0	32.5	25.6	0.0	31.4	24.4	0.3
29	32.5	26.0	21.1	35.4	26.3	0.0	31.8	25.7	T	32.7	24.6	11.8
30	33.7	24.5	2.2	35.4	26.5	0.0	33.4	26.0	63.7	31.4	23.1	0.0
31	33.3	25.0	0.0	-	-	-	29.6	23.5	0.7	33.3	24.9	0.0
รวม	986.9	765.4	214.3	983.4	723.8	148.1	1019.1	781.6	215.3	992.8	732.1	221.4
เฉลี่ย	32.9	24.7	6.9	32.8	25.0	4.9	32.9	25.2	6.9	32.0	24.4	7.1
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			368.2				516.3				731.6	953.0

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 144 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	36.0	24.0	T	34.0	23.5	0.0	36.0	25.5	0.0	30.0	23.8	9.3
2	36.8	24.0	0.6	33.2	25.4	0.0	34.0	25.8	0.0	28.5	23.5	1.4
3	37.4	25.0	11.0	32.5	25.4	0.0	34.8	24.8	0.4	-	24.0	0.4
4	32.5	24.3	0.4	31.7	24.5	1.1	-	25.5	5.5	28.8	24.7	8.1
5	31.2	24.0	6.9	33.0	24.7	1.4	30.2	23.5	13.2	29.5	23.2	11.6
6	33.0	23.8	18.4	33.8	24.4	0.0	30.4	22.9	8.9	31.0	23.3	19.9
7	31.3	24.0	18.5	33.5	24.0	0.0	33.5	22.5	0.0	30.4	23.8	0.8
8	33.0	23.0	0.0	31.4	24.6	4.2	33.6	24.5	1.0	32.0	24.8	0.8
9	33.5	24.7	27.9	31.8	24.6	1.0	35.0	25.6	0.0	31.8	24.3	0.0
10	-	23.6	4.3	30.0	23.5	19.3	33.0	23.8	0.3	32.5	25.2	6.7
11	30.0	22.0	4.2	30.2	23.0	4.2	33.4	24.3	0.0	26.3	23.5	6.8
12	28.8	22.5	2.0	33.6	23.2	T	32.0	24.1	0.0	28.3	23.8	8.8
13	30.8	23.8	3.4	33.5	24.7	0.0	33.0	23.8	7.2	30.2	23.5	3.9
14	32.0	23.5	0.0	32.8	25.0	0.0	34.0	24.5	0.0	28.9	23.0	31.6
15	32.6	23.7	0.0	34.2	24.8	2.0	33.8	25.5	0.6	30.8	22.8	0.6
16	34.0	24.3	0.0	31.0	23.0	0.0	34.0	25.0	T	32.0	23.3	0.0
17	33.3	25.0	0.0	31.0	24.3	0.0	34.5	25.7	10.2	31.0	24.5	0.0
18	35.0	24.8	0.0	34.2	24.1	0.0	32.2	23.3	0.0	34.0	24.3	0.2
19	35.3	25.2	2.3	34.0	24.5	6.0	33.7	23.5	0.3	34.5	24.6	41.2
20	33.0	23.0	13.7	29.0	23.6	2.4	34.0	-	0.0	32.8	22.5	3.5
21	33.2	-	2.2	29.6	23.8	0.0	33.2	24.5	8.5	35.0	24.5	0.0
22	33.8	24.8	0.0	32.0	24.5	0.0	34.3	25.0	0.0	34.5	25.0	6.4
23	32.0	25.4	0.0	33.0	25.2	2.4	34.0	24.8	0.0	33.0	23.5	0.4
24	34.3	25.3	32.4	30.6	23.7	T	30.2	25.5	3.4	33.5	25.5	8.9
25	32.8	23.6	18.6	31.5	23.5	0.0	28.5	24.0	4.7	32.2	23.6	T
26	33.0	23.0	0.4	33.2	24.8	0.0	29.3	24.0	0.6	33.0	22.8	0.0
27	32.5	25.0	7.1	33.0	25.0	0.0	30.8	24.5	18.1	32.7	25.3	15.1
28	32.4	24.3	0.6	35.2	24.3	3.5	31.7	24.0	0.0	32.0	22.8	14.4
29	31.0	25.0	13.1	36.3	24.4	0.0	32.5	24.8	T	31.8	23.4	T
30	33.0	24.7	14.8	36.3	24.8	0.0	32.3	24.7	6.8	32.5	24.0	0.0
31	30.8	23.6	12.5	-	-	-	29.0	23.5	10.0	31.5	23.8	0.5
รวม	988.3	722.9	215.3	979.1	728.8	47.5	980.9	733.4	99.7	945.0	740.6	201.3
เฉลี่ย	32.9	24.1	6.9	32.6	24.3	1.6	32.7	24.4	3.2	31.5	23.9	6.5
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			316.1				363.6				463.3	664.6

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดเพชรบูรณ์

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 114 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	35.7	24.5	2.5	33.6	24.0	0.0	35.3	25.6	0.0	29.7	23.6	19.2
2	35.6	24.2	0.0	32.6	25.5	8.5	-	26.1	0.0	29.8	23.3	3.7
3	36.2	25.2	0.0	33.2	24.3	0.0	34.0	25.0	2.1	-	24.2	0.0
4	33.2	24.6	8.0	31.6	25.0	T	33.8	25.1	2.0	29.3	24.9	6.0
5	29.8	23.0	5.3	32.4	25.5	0.2	30.5	24.0	8.7	29.1	22.9	5.1
6	32.7	24.4	3.8	33.7	24.5	0.0	28.4	23.0	3.3	31.0	23.6	2.6
7	32.4	24.7	3.3	33.6	24.5	5.4	31.9	22.6	0.0	29.8	24.2	T
8	33.4	23.9	0.0	33.0	25.0	0.0	34.8	23.9	0.0	32.5	24.7	T
9	33.4	24.8	35.0	31.5	25.0	15.3	34.1	25.6	0.7	32.1	24.9	T
10	30.0	23.3	31.2	31.4	23.5	15.7	33.6	24.7	31.1	33.4	24.9	6.8
11	30.5	22.5	14.9	29.0	23.9	17.4	31.4	23.5	5.2	26.0	24.2	7.4
12	-	21.7	3.0	31.9	22.6	0.0	31.5	23.2	5.5	27.9	23.9	8.9
13	32.4	23.5	1.2	32.6	-	0.5	31.9	23.6	0.0	30.1	23.0	13.6
14	33.2	24.5	0.4	32.5	24.5	0.4	33.4	24.0	0.0	29.6	22.7	0.1
15	33.2	24.0	0.0	33.6	25.3	36.0	33.0	25.6	0.0	31.6	23.4	0.3
16	32.9	24.8	0.0	32.0	22.9	T	33.9	25.3	0.0	32.9	23.1	0.0
17	34.5	25.1	4.4	29.3	24.5	0.0	34.7	26.0	5.7	31.5	24.4	0.5
18	34.1	25.2	0.3	34.1	24.5	0.0	31.9	23.5	0.0	33.4	23.6	T
19	35.1	24.4	24.7	33.2	25.0	11.6	33.8	24.7	17.6	33.1	24.5	25.1
20	32.1	22.8	7.7	28.4	23.5	3.8	32.7	22.7	0.0	33.2	-	0.0
21	31.6	24.0	T	30.3	24.1	T	33.9	24.6	0.0	35.0	24.6	0.0
22	33.4	24.2	0.0	31.4	24.9	0.0	33.6	25.4	0.0	34.1	25.2	10.2
23	32.2	25.4	0.0	32.1	25.4	12.7	34.1	25.0	0.0	32.9	22.6	2.1
24	33.3	25.5	24.4	27.5	22.6	1.0	30.4	25.8	12.5	32.3	24.5	7.4
25	33.2	23.6	3.0	31.4	23.5	1.0	27.8	23.5	13.1	30.5	25.1	12.6
26	31.7	23.5	0.0	33.7	23.4	0.0	27.7	23.5	1.7	33.0	21.9	T
27	31.6	25.5	0.0	33.2	25.0	0.0	31.2	24.9	11.6	33.1	25.5	17.8
28	33.2	24.3	6.2	33.4	24.4	0.0	31.4	24.8	T	31.2	22.6	3.5
29	30.9	24.9	0.8	35.2	24.5	0.0	31.3	24.7	T	31.2	24.7	26.8
30	33.2	24.7	67.1	35.1	25.2	0.0	32.2	25.0	3.0	32.4	23.5	0.5
31	30.6	22.8	0.0	-	-	-	29.5	24.4	20.8	31.6	23.6	0.0
รวม	985.3	749.5	247.2	966.5	706.5	129.5	967.7	759.3	144.6	943.3	717.8	180.2
เฉลี่ย	32.8	24.2	8.0	32.2	23.6	4.3	32.3	24.5	4.7	31.4	23.9	5.8
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	471.1			600.6			745.2			925.4		

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศวิทยุบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 69 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	36.0	24.9	2.1	34.6	25.0	0.3	34.9	25.4	0.0	32.8	23.7	0.0
2	33.6	25.9	0.0	33.2	24.5	2.1	35.4	25.8	10.8	32.3	24.6	1.0
3	35.2	26.0	7.7	32.7	25.1	73.2	33.7	25.4	8.0	32.8	24.8	0.0
4	33.8	24.6	23.3	33.8	24.8	0.0	33.6	-	39.0	31.4	25.6	0.0
5	30.9	24.0	9.3	33.1	25.6	0.0	32.4	23.6	17.5	31.5	24.6	7.5
6	34.3	25.1	0.0	34.8	25.4	0.0	31.1	23.6	9.0	32.6	24.4	0.1
7	32.3	24.5	0.0	33.8	25.0	0.0	33.7	23.7	4.7	31.9	24.1	5.1
8	34.0	25.5	17.5	34.6	25.1	0.0	34.6	23.4	0.0	32.9	25.1	0.4
9	33.1	24.6	40.1	33.8	25.3	35.6	35.2	24.9	0.0	33.8	25.6	6.5
10	30.8	22.4	18.6	32.0	25.1	33.7	33.6	25.1	0.0	33.1	25.1	31.2
11	30.5	22.8	4.6	31.4	23.7	2.5	34.6	24.4	10.6	30.9	24.7	8.4
12	31.2	23.3	10.0	33.8	24.3	3.9	33.7	24.7	0.0	30.7	24.6	0.0
13	30.7	23.7	0.0	33.4	25.0	1.0	-	24.5	0.0	32.3	24.3	3.5
14	30.8	24.4	6.7	33.9	24.7	0.0	34.6	24.0	0.2	31.7	23.7	21.0
15	33.6	25.3	12.7	34.7	25.0	0.0	35.2	26.2	0.0	32.0	24.2	0.0
16	34.4	25.4	0.0	34.6	25.6	3.4	34.0	25.0	0.0	33.7	23.8	0.0
17	33.0	25.9	0.0	28.4	24.0	2.1	35.6	25.2	2.5	32.6	24.4	0.0
18	34.9	25.6	0.4	33.7	25.1	0.0	33.6	24.4	4.4	33.0	24.0	0.0
19	34.9	25.2	0.0	33.5	25.0	0.6	35.2	25.0	21.8	34.8	24.3	10.0
20	34.8	25.2	0.0	31.4	24.6	23.4	35.2	23.7	0.0	34.2	24.3	0.0
21	32.3	25.6	0.0	32.4	24.4	2.1	35.6	24.7	0.0	35.8	25.0	0.0
22	34.2	25.2	0.0	32.6	25.0	0.0	35.4	25.5	1.2	34.9	25.7	0.0
23	32.8	25.0	0.0	33.6	25.1	0.1	35.2	24.4	0.0	34.2	26.3	0.0
24	34.1	24.8	0.1	30.7	25.7	0.0	33.0	25.5	16.1	31.7	25.0	12.1
25	35.4	25.2	0.0	32.4	25.0	2.3	28.0	25.0	6.9	33.6	24.6	0.0
26	34.6	25.9	0.0	34.7	24.8	0.0	29.2	24.4	0.0	34.8	24.2	0.0
27	34.9	25.1	0.0	33.7	26.3	1.6	33.7	25.3	2.0	32.8	25.0	4.0
28	34.8	25.0	0.0	34.5	24.8	0.0	32.8	25.0	48.2	33.4	23.5	7.5
29	33.0	26.0	2.4	35.4	24.6	0.0	31.0	23.2	0.0	32.9	25.3	88.2
30	35.3	26.0	0.0	36.1	26.1	0.0	30.7	25.4	42.6	31.8	23.8	0.0
31	34.1	25.9	0.0	-	-	-	29.0	24.0	29.3	31.4	24.8	0.0
รวม	1038.3	774.0	155.5	1001.3	749.7	187.9	1003.5	740.4	274.8	1018.3	763.1	206.5
เฉลี่ย	33.5	25.0	5.0	33.4	25.0	6.3	33.5	24.7	8.9	32.8	24.6	6.7
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			361.3				549.2			824.0		
										1031		

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลศูนย์มวิทย
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดกำแพงเพชร

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 80 เมตร

วันที่	พฤษภาคม			มิถุนายน			กรกฎาคม			สิงหาคม			
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	
1	37.0	25.2	0.0	31.1	26.0	0.0	35.2	25.0	0.0	30.5	24.4	1.0	
2	36.1	21.7	0.0	32.2	26.1	33.4	34.8	24.8	1.6	30.9	24.8	T	
3	37.1	26.0	0.0	32.5	25.4	1.7	34.5	24.6	0.0	32.5	-	5.1	
4	37.0	25.2	5.8	32.5	25.5	0.0	33.4	25.5	25.8	32.0	25.3	0.4	
5	28.0	24.2	13.8	33.0	25.3	0.6	33.0	24.4	72.3	32.4	24.8	8.8	
6	32.2	24.2	20.3	34.3	24.6	0.0	30.3	24.4	15.2	32.0	24.9	4.2	
7	32.0	23.9	3.6	32.8	25.0	7.3	31.6	23.7	0.0	29.2	-	0.4	
8	32.9	23.8	0.0	33.5	24.7	0.0	34.4	24.4	0.0	32.5	25.3	0.0	
9	34.2	24.6	20.4	32.0	25.2	4.3	34.5	24.5	11.8	32.0	25.1	0.0	
10	31.8	24.4	68.2	27.5	24.2	0.0	33.4	24.2	0.0	32.6	24.9	0.0	
11	27.6	23.5	106.3	30.3	24.6	9.1	32.8	-	0.0	28.5	25.3	2.4	
12	27.0	22.4	0.4	33.0	24.2	0.0	32.5	25.7	27.1	32.0	24.0	1.8	
13	31.0	24.0	0.4	32.9	24.5	0.0	32.4	25.5	0.0	28.6	24.4	1.1	
14	32.5	24.5	0.0	33.8	25.5	0.1	33.6	24.4	8.8	30.5	23.8	T	
15	33.4	25.0	0.0	32.5	25.5	0.0	33.8	25.0	0.0	31.6	24.5	6.4	
16	33.0	25.5	0.0	32.9	25.0	3.0	33.4	24.6	0.0	32.2	24.4	0.0	
17	34.1	26.0	0.0	33.6	24.4	0.1	33.0	25.1	14.3	32.5	24.5	0.4	
18	34.8	25.4	2.5	34.5	25.2	0.0	32.5	24.0	0.0	34.3	24.4	0.0	
19	35.0	25.0	0.3	34.2	24.6	0.0	33.8	25.5	0.0	33.4	24.6	1.0	
20	33.2	24.7	14.5	28.8	25.3	4.1	34.2	25.3	2.7	34.4	25.2	0.0	
21	32.9	24.8	0.0	29.5	24.8	T	33.6	24.7	0.2	35.2	24.4	0.0	
22	33.6	26.0	15.9	31.1	25.2	0.3	33.4	25.4	3.2	34.6	25.0	0.0	
23	32.5	25.4	5.9	31.5	-	9.5	33.8	24.4	13.4	34.4	26.4	3.5	
24	32.6	25.1	0.0	28.5	24.2	1.5	32.4	24.8	0.3	34.4	25.8	28.4	
25	33.0	25.7	34.3	30.2	24.5	3.6	-	25.1	5.3	32.6	24.0	4.8	
26	32.5	24.6	2.6	32.7	24.2	0.0	28.0	-	3.2	33.0	24.1	0.0	
27	33.9	24.8	1.9	34.8	24.5	15.2	31.7	25.5	5.2	32.5	25.4	10.2	
28	32.5	24.5	2.0	36.1	25.0	0.0	32.0	25.4	0.0	31.6	24.6	0.6	
29	32.4	25.9	7.6	35.2	24.4	0.0	32.6	26.1	0.0	33.7	24.4	3.2	
30	33.0	25.1	1.9	35.5	24.6	0.0	33.5	25.0	6.5	31.6	24.6	10.4	
31	33.2	24.6	0.0	-	-	-	31.1	24.5	35.0	34.8	24.4	0.0	
รวม	1022.0	765.7	328.6	973.0	722.2	93.8	989.2	721.5	251.9	1003.0	717.7	94.1	
เฉลี่ย	33.0	24.7	10.6	32.4	24.1	3.1	33.0	24.9	8.1	32.4	24.7	3.0	
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			450.7				544.5			796.4			890.5

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดสุโขทัย

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล - เมตร

[illegible]

25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
รวม	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
เฉลี่ย	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			245.5				328			558.6	693.3

ฝ่ายแผนกและข้อมูลอุตุณยมหาวิทยาลัย
ศูนย์อุตุณยมหาวิทยาลัยภาคเหนือ
โทร.203802

รายงานอนุมัติสูงสุด-ต่ำสุด และแผน สถานีตรวจอากาศจังหวัดเชียงราย

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 394 เมตร

[illegible]

24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
รวม	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
เฉลี่ย	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	245.5				328		558.6				693.3	

ฝ่ายแผนกและข้อมูลอุตุณยมหาวิทยาลัย

ศูนย์อุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์ภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดเชียงราย

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 394 เมตร

[illegible]

23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
รวม	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
เฉลี่ย	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			245.5			328			558.6			693.3

ฝ่ายแผนกและข้อมูลศูนย์มหาวิทยาลัย

ศูนย์อุตสาหกรรมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศเชิงราย

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 394 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	29.5	23.2	21.4	30.3	21.0	T	30.2	22.0	41.6	28.0	14.5	0.0
2	28.5	22.0	0.0	21.5	21.6	2.9	27.0	20.6	0.0	26.5	12.7	0.0
3	32.5	23.5	0.0	29.4	21.5	T	24.7	19.7	0.4	27.6	12.0	0.0
4	31.7	22.9	0.0	32.5	22.4	0.0	28.3	19.3	0.2	24.8	14.6	0.8
5	33.8	23.8	1.9	32.4	21.8	0.0	29.5	20.3	0.0	22.0	17.9	10.2
6	32.0	-	T	32.1	21.7	0.0	31.0	20.2	0.0	20.0	-	14.1
7	32.3	23.5	18.2	32.5	21.8	T	29.2	19.7	0.0	19.6	16.2	2.9
8	-	21.3	5.1	32.7	20.9	0.0	30.0	20.6	0.0	23.0	16.1	0.0
9	32.0	22.7	0.0	32.2	21.0	0.0	30.2	21.3	2.4	25.5	16.4	0.0
10	31.9	22.5	T	32.6	21.3	0.0	31.5	21.7	8.4	26.0	12.8	0.0
11	30.7	22.4	10.3	30.5	21.8	2.9	30.8	20.6	0.0	25.4	12.3	0.0
12	28.0	22.8	16.6	30.8	20.6	0.0	31.6	21.7	0.0	28.2	12.5	0.0
13	31.2	23.1	0.0	32.2	21.8	0.0	31.7	17.1	0.0	29.3	13.4	0.0
14	32.4	22.0	0.0	32.8	21.1	0.0	31.5	17.2	0.0	30.3	16.9	0.0
15	33.4	23.5	1.5	32.6	21.0	0.0	-	16.5	0.0	27.9	18.0	0.0
16	32.2	22.5	5.0	30.2	20.4	0.0	30.0	16.9	0.0	27.7	14.2	0.0
17	31.8	22.6	0.0	28.6	21.5	0.0	29.7	17.0	0.0	27.7	12.5	0.0
18	30.8	22.6	33.8	30.0	21.4	0.0	28.6	14.5	0.0	25.7	11.0	0.0
19	30.4	22.4	0.0	29.4	17.7	0.0	29.1	16.0	0.0	24.0	9.8	0.0
20	27.0	23.6	32.9	29.2	17.2	6.4	28.9	16.3	0.0	23.3	8.3	0.0
21	30.5	21.4	10.3	25.5	19.5	0.5	28.3	15.8	0.0	22.4	6.9	0.0
22	28.7	22.3	7.2	29.5	20.5	0.0	27.8	13.8	0.0	20.1	9.0	0.0
23	28.7	23.1	1.6	31.1	19.3	0.0	29.1	13.1	0.0	18.8	8.3	0.0
24	29.5	22.4	3.8	30.5	19.7	0.0	29.7	13.5	0.0	20.3	4.1	0.0
25	31.8	22.0	3.7	30.5	20.7	0.3	30.6	16.0	0.0	21.7	1.5	0.0
26	29.4	21.2	0.4	28.1	22.3	13.5	31.7	16.2	0.0	22.1	1.6	0.0
27	31.7	22.4	0.0	29.5	22.0	13.7	31.8	16.7	0.0	23.5	1.7	0.0
28	32.8	22.0	0.0	27.1	20.9	28.6	30.6	16.9	0.0	24.2	2.8	0.0
29	31.0	22.1	0.0	24.8	18.7	0.4	30.7	18.4	0.0	24.8	4.2	0.0
30	32.7	21.4	0.0	28.5	20.9	5.1	29.0	19.2	0.0	26.4	5.6	0.0
31	-	-	-	28.4	22.5	22.5	-	-	-	28.2	7.8	0.0
รวม	898.9	653.2	173.7	928.0	646.5	96.8	862.8	538.8	53.0	765.0	315.6	28.0
เฉลี่ย	31.0	22.5	5.8	29.9	20.9	3.1	29.8	18.0	1.8	24.7	10.2	0.9
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	1319.1			1416			1469			1497		

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศแม่ฮ่องสอน

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 267 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	31.6	22.8	0.0	33.0	20.5	26.8	31.0	22.6	0.0	31.5	17.7	0.0
2	34.0	23.2	0.0	23.1	22.1	1.6	31.5	22.6	23.0	29.8	15.5	0.0
3	34.5	23.4	0.0	34.5	23.1	10.8	28.0	22.2	1.4	29.5	15.0	0.0
4	35.0	24.1	0.0	32.2	22.4	0.0	28.9	22.1	0.0	28.6	15.8	0.6
5	34.5	23.4	20.7	-	21.7	0.0	30.3	22.4	T	26.8	19.8	0.0
6	32.5	22.4	2.2	33.9	22.4	4.0	32.7	22.4	0.0	27.7	20.6	5.7
7	30.5	23.7	3.3	34.0	22.5	0.0	32.2	21.1	0.0	26.0	20.5	0.0
8	32.7	22.9	0.4	33.9	22.9	0.0	32.8	20.5	0.0	27.2	18.8	0.0
9	31.0	23.5	6.2	35.0	23.0	0.0	32.0	20.8	16.9	25.0	18.2	0.0
10	31.0	22.6	21.8	34.7	23.8	0.0	32.0	22.5	0.0	28.4	15.6	0.0
11	31.0	23.0	23.0	34.2	22.1	0.0	33.2	21.8	0.0	28.0	16.5	0.0
12	31.2	21.4	0.9	31.6	22.5	0.1	33.6	22.5	0.0	29.5	16.5	0.0
13	32.7	23.0	6.2	33.0	22.2	0.0	32.8	20.8	0.0	30.0	16.8	0.0
14	32.6	23.2	0.4	32.7	21.8	0.0	32.5	20.0	0.0	30.3	17.2	0.0
15	34.0	24.5	3.7	34.6	22.0	20.4	32.5	18.3	0.0	30.8	18.0	0.0
16	33.4	23.4	4.8	32.7	21.7	0.5	26.3	20.0	1.2	30.5	15.5	0.0
17	33.4	23.9	22.3	28.0	21.5	0.0	32.0	19.4	0.2	29.7	14.8	0.0
18	30.8	23.3	4.6	30.0	23.0	0.0	30.5	18.5	0.0	29.8	15.4	0.0
19	32.5	23.2	0.4	32.6	21.1	0.0	30.2	17.6	0.0	27.8	12.5	0.0
20	30.6	23.4	9.8	32.5	19.0	0.0	30.5	18.5	0.0	27.5	11.5	0.0
21	32.8	22.5	T	29.0	23.0	0.0	29.9	17.4	0.0	25.9	10.4	0.0
22	33.5	22.2	0.0	32.5	22.8	0.0	29.5	16.3	0.0	25.2	9.4	0.0
23	34.3	23.2	59.8	33.4	22.3	0.0	29.6	16.9	0.0	23.3	8.3	0.0
24	31.7	22.2	8.4	33.0	20.8	T	30.6	16.3	0.0	23.0	7.0	0.0
25	31.7	23.2	0.0	34.1	21.1	6.0	31.0	18.7	0.0	24.0	3.9	0.0
26	32.7	23.7	T	27.0	22.2	3.0	31.8	17.5	0.0	24.5	4.5	0.0
27	34.0	23.3	0.0	30.4	22.9	0.0	32.3	17.2	0.0	24.5	5.1	0.0
28	34.6	23.8	T	31.7	22.8	14.9	32.2	18.0	0.0	25.5	6.5	0.0
29	30.9	22.4	17.7	30.5	23.0	24.9	32.0	19.3	0.0	26.2	8.2	0.0
30	33.5	21.5	0.0	31.1	23.1	11.4	32.0	19.0	0.0	27.3	9.3	0.0
31	-	-	-	31.7	23.1	30.7	-	-	-	29.9	13.2	0.0
รวม	979.2	692.3	216.6	960.6	688.4	155.1	936.4	593.2	42.7	853.7	418.0	6.3
เฉลี่ย	32.6	23.1	7.2	32.0	22.2	5.0	31.2	19.8	1.4	27.5	13.5	0.2
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			1115.9				1271				1314	1320.0

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมหาวิทยาลัย

ศูนย์อุตุณยมหาวิทยาลัยภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศพะเยา

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 377 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	30.2	23.3	8.1	32.4	22.7	74.1	29.2	22.2	6.2	29.0	16.0	0.0
2	31.8	22.5	0.0	30.7	21.1	2.2	27.2	21.4	0.0	27.6	14.5	0.0
3	32.8	22.4	0.0	29.0	20.9	3.1	24.6	20.1	1.0	28.2	12.9	0.0
4	31.6	23.3	0.0	32.7	20.9	0.0	28.3	19.9	8.7	23.3	17.6	3.5
5	32.2	23.8	5.5	33.6	22.7	0.0	27.9	20.2	0.8	21.2	18.8	6.0
6	32.4	23.3	2.8	33.4	22.5	0.0	31.3	19.8	0.0	20.1	19.0	15.6
7	33.3	23.7	3.9	32.8	22.2	0.0	29.8	19.6	0.0	21.2	17.0	3.5
8	29.8	22.8	3.5	33.4	22.2	0.0	30.1	21.8	0.0	23.2	17.6	0.0
9	30.3	22.4	0.0	32.6	23.5	0.0	32.0	21.8	0.0	23.3	17.9	0.0
10	32.3	23.6	5.6	32.4	23.2	0.0	28.8	22.3	1.5	26.4	14.2	0.0
11	32.4	22.2	10.0	33.6	22.8	37.5	31.2	22.3	4.7	25.6	13.5	0.0
12	28.2	22.2	10.8	31.9	21.9	0.0	32.7	20.2	0.0	28.6	14.4	0.0
13	31.6	22.9	0.0	33.4	21.8	0.0	32.2	21.0	0.0	28.9	14.8	0.0
14	33.2	23.4	0.0	32.8	23.1	10.0	32.2	20.1	0.0	29.8	17.5	0.0
15	31.8	24.3	40.8	31.6	23.0	T	30.8	19.2	0.0	29.9	19.0	0.0
16	32.4	22.3	1.0	28.9	21.8	29.5	30.2	18.1	0.0	28.1	16.0	0.0
17	31.6	23.6	5.2	27.8	20.8	7.2	30.4	18.6	0.0	28.0	14.5	0.0
18	30.6	22.7	4.5	30.7	20.7	0.0	29.3	16.9	0.0	26.8	12.0	0.0
19	31.8	22.6	0.8	29.2	19.3	0.0	29.5	15.6	0.0	25.0	11.8	0.0
20	25.4	24.4	50.9	28.5	18.6	5.6	29.8	17.7	0.0	24.2	11.4	0.0
21	29.8	21.8	10.5	26.2	19.8	0.1	30.1	15.9	0.0	22.3	9.9	0.0
22	31.7	22.5	73.0	29.2	21.5	0.0	27.7	15.3	0.0	21.2	12.9	0.0
23	29.3	22.1	60.1	30.9	20.2	0.0	29.6	15.5	0.0	19.8	9.0	0.0
24	28.2	22.0	3.0	29.6	21.2	0.0	30.3	15.8	0.0	20.3	4.2	0.0
25	28.9	23.1	T	29.8	21.9	5.2	30.7	17.4	0.0	22.1	2.5	0.0
26	31.7	23.5	0.5	27.1	21.9	12.5	31.7	16.0	0.0	-	2.7	0.0
27	33.2	22.7	0.0	28.5	22.2	4.6	31.4	17.7	0.0	23.4	2.6	0.0
28	33.7	22.8	0.0	28.8	22.3	39.3	31.6	18.4	0.0	24.2	3.8	0.0
29	31.3	22.5	5.9	24.3	18.9	0.3	31.1	18.3	0.0	25.6	4.8	0.0
30	33.2	21.2	0.0	28.6	21.1	10.5	29.8	17.9	0.0	26.7	6.5	0.0
31	-	-	-	29.2	21.4	5.4	-	-	-	28.6	10.3	0.0
รวม	936.7	685.9	306.4	943.6	668.1	247.1	901.5	567.0	22.9	752.6	379.6	28.6
เฉลี่ย	31.2	22.9	10.2	30.4	21.6	8.0	30.1	18.9	0.8	25.1	12.2	0.9
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	1214.0			1461			1484.0			1513		

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

พ.ศ. 2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 312 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	31.4	23.8	7.5	32.0	21.9	0.2	29.5	22.4	12.5	30.4	17.7	0.0
2	32.3	22.9	1.6	30.5	22.6	10.2	27.2	21.9	7.9	29.9	15.4	0.0
3	33.0	23.7	0.0	30.1	21.3	0.0	26.3	20.1	0.1	29.9	14.5	0.0
4	33.0	23.5	0.7	32.0	21.0	0.0	28.9	21.2	0.2	22.8	19.9	0.1
5	30.7	24.4	4.1	31.9	21.7	0.0	30.8	20.6	0.0	23.8	18.1	0.5
6	32.0	24.0	0.0	33.5	22.5	0.0	31.9	22.1	0.0	22.7	18.7	1.9
7	31.8	24.1	0.0	34.1	22.8	0.0	32.8	20.5	0.0	22.3	18.5	0.1
8	31.0	23.0	12.6	31.5	22.8	0.0	31.0	21.1	0.0	24.3	18.7	0.0
9	31.1	22.9	1.0	32.5	22.6	0.0	31.3	22.2	9.4	26.1	20.1	0.0
10	31.0	23.2	7.7	33.0	22.9	0.1	30.3	22.4	2.4	28.8	15.8	0.0
11	29.9	23.2	5.0	32.5	23.4	0.1	32.1	23.0	2.1	26.5	15.0	0.0
12	25.3	23.1	6.2	31.9	23.2	0.0	33.4	21.6	0.0	29.0	15.7	0.0
13	31.6	23.0	0.2	33.2	22.8	0.0	32.5	21.1	0.0	30.5	15.3	0.0
14	32.2	22.8	0.0	31.9	22.9	10.8	32.1	21.4	0.0	30.0	18.2	0.0
15	32.6	23.5	46.9	33.1	22.4	4.0	32.2	21.6	1.1	31.4	19.0	0.0
16	32.0	22.0	T	32.0	22.0	8.4	28.1	21.5	0.0	30.0	17.2	0.0
17	30.8	23.2	1.1	28.6	22.0	2.4	30.7	20.1	0.0	29.8	15.4	0.0
18	32.0	23.7	2.1	30.0	22.5	0.0	28.0	17.1	0.0	28.9	13.5	0.0
19	31.8	23.0	1.1	30.9	21.1	0.0	28.5	16.4	0.0	27.4	12.0	0.0
20	27.9	23.3	20.0	30.0	19.0	2.4	28.9	17.7	0.0	25.6	11.8	0.0
21	31.0	22.9	8.5	27.0	20.3	0.1	28.7	15.6	0.0	23.9	11.4	0.0
22	32.4	23.2	0.8	28.6	22.4	1.1	27.2	15.7	0.0	22.7	16.1	0.0
23	30.8	23.5	5.1	31.8	20.5	0.0	29.1	15.7	0.0	21.8	12.7	0.0
24	30.3	23.2	9.1	31.5	21.2	0.0	30.9	16.8	0.0	20.4	7.1	0.0
25	29.4	23.5	14.0	31.7	23.0	1.3	31.1	17.4	0.0	22.9	3.8	0.0
26	32.0	22.0	T	29.3	22.8	22.1	30.9	17.9	0.0	22.5	5.6	0.0
27	32.6	23.6	T	28.7	22.2	6.5	31.6	18.3	0.0	25.3	5.9	0.0
28	33.0	22.5	4.9	29.5	22.3	2.1	32.2	20.0	0.0	25.4	6.7	0.0
29	32.0	21.3	4.7	26.1	21.5	6.8	31.5	18.8	0.0	26.8	8.1	0.0
30	32.7	21.6	0.0	27.1	22.7	17.9	30.4	19.2	0.0	27.2	10.3	0.0
31	-	-	-	28.6	21.5	7.9	-	-	-	30.3	13.1	0.0
รวม	939.6	693.6	164.9	926.5	662.3	104.4	910.1	591.4	35.7	789.0	418.2	2.6
เฉลี่ย	31.3	23.1	5.5	29.9	21.4	3.4	30.3	19.7	1.2	25.5	13.5	0.1
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			998.8			1103			1139			1142

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศท่าวังผา จ.น่าน

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 325 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	29.8	29.3	0.6	32.8	23.2	3.9	29.6	23.3	2.9	28.8	15.2	0.0
2	32.5	24.3	3.7	32.0	22.7	10.5	29.9	21.4	T	27.9	14.1	0.0
3	33.5	24.7	0.0	29.3	22.2	0.1	27.1	20.4	1.8	27.5	12.8	0.0
4	33.8	25.1	0.0	31.8	22.5	0.2	28.4	20.7	0.3	23.8	19.9	1.8
5	32.7	24.7	8.3	32.1	22.8	0.0	-	20.9	T	25.0	19.2	3.8
6	32.3	24.2	29.2	33.3	22.7	0.0	31.8	19.6	0.0	21.1	19.0	5.1
7	32.2	24.4	1.5	33.8	22.9	0.0	30.8	20.0	T	22.2	17.8	1.4
8	31.8	23.5	0.3	30.4	23.3	0.0	30.1	22.7	0.3	24.1	17.9	0.0
9	32.6	24.2	1.8	33.3	22.8	0.0	30.5	23.1	7.1	27.6	18.5	0.0
10	31.7	24.5	6.0	33.3	22.7	T	30.9	23.0	2.8	27.1	14.3	0.0
11	30.0	23.7	37.1	33.0	22.7	6.3	28.1	23.6	4.9	27.8	13.7	0.0
12	27.3	23.6	1.0	30.3	23.2	6.4	31.5	22.7	0.0	27.6	14.8	0.0
13	32.1	23.7	0.8	33.6	22.6	0.0	32.8	20.7	0.0	29.1	18.0	0.5
14	33.3	24.3	1.0	33.9	23.0	0.5	31.9	20.7	0.0	28.4	20.8	0.0
15	33.6	24.3	14.7	33.3	23.2	0.0	31.2	18.5	0.0	27.8	19.2	0.0
16	32.7	23.5	T	31.8	22.9	T	30.1	18.3	0.0	27.1	13.3	0.0
17	32.3	24.2	12.3	30.6	22.4	T	29.0	17.4	0.0	28.0	13.9	0.0
18	30.5	23.1	20.0	33.6	20.9	0.0	28.4	16.3	0.0	27.1	14.2	0.0
19	-	-	23.0	30.1	19.3	0.0	28.8	16.8	0.0	25.2	10.8	0.0
20	25.7	-	18.4	24.9	19.5	1.6	28.0	16.7	0.0	24.2	9.7	0.0
21	31.2	23.2	2.9	27.1	20.6	0.0	27.8	16.5	0.0	23.7	11.1	0.0
22	32.3	23.3	3.4	31.3	21.2	0.0	27.6	15.1	0.0	21.8	14.3	0.0
23	30.5	23.0	4.6	32.1	20.7	0.1	28.8	13.8	0.0	19.6	11.8	0.0
24	31.3	23.8	13.5	30.3	21.7	T	30.3	16.0	0.0	19.6	4.1	0.0
25	33.3	-	0.0	29.6	22.3	4.2	30.5	-	0.0	21.3	1.7	0.0
26	33.0	24.2	T	29.6	22.6	19.5	31.3	18.7	0.0	21.8	2.4	0.0
27	33.5	23.7	0.0	30.4	22.8	T	30.8	17.2	0.0	23.0	2.7	0.0
28	33.3	22.5	0.0	30.5	22.7	0.9	31.6	16.6	0.0	-	3.7	0.0
29	33.5	22.3	0.0	31.8	22.9	0.0	29.0	18.3	0.0	25.3	4.8	0.0
30	33.2	21.6	8.6	32.3	23.0	0.0	28.9	18.3	0.0	27.1	6.5	0.0
31	-	-	-	32.4	23.0	33.5	-	-	-	-	9.1	0.0
รวม	925.5	646.9	212.7	974.6	691.0	87.7	865.5	557.3	20.1	730.6	389.3	12.6
เฉลี่ย	31.9	24.0	7.1	31.4	22.3	2.8	29.8	19.2	0.7	25.2	12.6	0.4
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	1246.9			1335			1355			1367		

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมวทยา

ศูนย์อุตุณยมวทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศน่าน

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 200 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	31.3	23.0	10.2	34.3	22.7	25.5	30.5	22.5	T	30.3	16.0	0.0
2	33.3	23.0	0.0	31.8	21.5	2.3	29.6	21.7	T	29.5	14.5	0.0
3	35.3	24.5	0.0	30.8	22.6	0.0	28.6	20.5	0.6	30.0	13.6	0.0
4	35.0	24.7	T	33.8	22.5	0.0	28.8	20.5	0.0	25.4	19.5	0.8
5	33.7	24.5	3.0	33.5	22.0	0.0	31.2	21.4	0.0	25.2	19.0	2.4
6	33.3	23.6	0.7	34.2	22.2	0.0	32.3	20.5	0.0	21.6	18.8	6.2
7	31.4	24.0	33.6	33.6	22.6	0.0	31.5	20.4	0.0	20.8	17.4	3.2
8	32.5	22.5	1.3	32.3	23.6	0.0	31.5	22.5	0.0	24.3	17.7	0.0
9	32.1	23.0	T	32.2	22.7	0.0	32.1	22.6	16.4	28.0	18.0	0.0
10	31.5	24.3	5.2	33.7	22.9	0.0	32.4	22.4	0.8	29.0	14.8	0.0
11	28.8	23.3	56.3	34.2	22.5	10.2	27.2	23.5	13.7	30.0	14.5	0.0
12	25.5	23.2	12.4	32.7	22.5	0.3	32.6	22.3	0.0	29.3	15.5	0.0
13	32.5	22.5	T	34.8	22.2	0.0	33.7	21.6	0.0	30.7	19.2	T
14	34.0	24.2	0.4	34.8	22.5	0.0	32.5	20.7	0.0	30.3	20.7	0.0
15	34.6	25.0	20.6	33.0	23.1	4.1	33.0	19.8	0.0	29.0	19.9	0.0
16	32.4	22.6	0.0	29.1	21.6	7.5	32.3	18.3	0.0	30.2	14.7	0.0
17	33.0	23.8	62.2	30.6	21.1	2.0	30.6	17.6	0.0	30.5	13.3	0.0
18	30.2	22.5	9.2	32.3	21.4	0.0	30.3	17.3	0.0	29.5	14.5	0.0
19	31.2	24.1	76.5	29.8	19.6	T	30.5	16.4	0.0	27.6	11.6	0.0
20	25.5	23.4	15.6	27.0	19.5	0.5	29.9	16.6	0.0	26.6	11.0	0.0
21	32.4	22.8	1.3	27.6	20.0	0.0	30.1	16.5	0.0	26.0	9.5	0.0
22	33.1	23.3	108.2	32.3	20.2	0.0	28.6	15.3	0.0	23.5	14.5	0.0
23	29.2	22.1	0.6	34.6	20.7	0.6	31.0	14.8	0.0	21.5	10.6	0.0
24	29.2	23.1	8.2	31.0	21.9	0.0	32.8	17.0	0.0	22.3	5.0	0.0
25	31.2	23.3	0.8	29.5	22.2	T	33.4	19.8	0.0	24.0	2.7	0.0
26	33.8	23.2	0.0	30.1	22.3	7.5	33.5	18.7	0.0	24.8	3.2	0.0
27	34.3	23.4	0.0	22.8	22.9	0.1	33.5	17.5	0.0	25.6	3.2	0.0
28	34.2	22.3	0.0	31.8	22.8	1.4	32.6	17.0	0.0	26.9	4.0	0.0
29	34.1	23.0	0.0	31.2	22.5	0.0	31.0	18.2	0.0	28.4	5.2	0.0
30	34.2	22.1	0.0	33.5	22.4	0.0	31.0	18.6	0.0	29.3	7.1	0.0
31	-	-	-	32.1	23.0	14.6	-	-	-	31.7	11.5	0.0
รวม	962.8	700.3	426.3	985.0	682.2	76.6	938.6	582.5	31.5	841.8	400.7	12.6
เฉลี่ย	43.8	31.8	19.4	31.8	22.0	2.5	31.3	19.4	1.1	27.2	12.9	0.4
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			1382.9				1460				1491.0	1504

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมหาวิทยาลัย

ศูนย์อุตุณยมหาวิทยาลัยภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศลำพูน

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 269 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	30.7	23.3	2.0	32.7	21.8	1.6	29.5	22.3	10.6	30.1	16.7	0.0
2	31.9	22.8	3.7	29.2	22.9	12.8	28.7	21.5	20.4	29.3	15.7	0.0
3	33.7	23.1	0.3	30.3	21.2	0.0	25.7	21.4	0.0	29.0	14.1	0.0
4	34.2	23.9	0.6	32.3	21.9	0.3	28.0	20.8	2.2	21.8	19.4	1.8
5	31.1	24.3	0.3	32.5	21.3	0.0	29.3	21.5	0.0	23.5	19.8	0.8
6	32.5	23.5	0.1	33.2	22.2	0.0	31.3	21.9	T	22.5	19.6	2.8
7	31.0	23.9	6.0	34.0	22.9	0.4	31.4	21.0	0.0	22.0	19.0	T
8	29.7	22.8	4.4	34.2	22.5	0.0	30.6	21.2	0.0	24.0	18.9	0.0
9	33.0	23.0	5.0	33.8	22.7	0.0	29.2	22.0	20.6	24.7	18.9	0.0
10	33.2	23.2	6.0	32.9	22.9	0.0	30.8	21.4	0.4	28.1	16.0	0.0
11	31.6	22.0	0.2	32.5	23.1	0.0	32.0	22.7	0.0	26.2	14.6	0.0
12	25.8	22.7	7.9	32.3	22.8	0.1	32.3	21.9	0.0	28.9	14.9	0.0
13	32.6	22.6	0.3	32.2	22.3	4.3	32.3	21.6	0.0	29.7	15.4	0.0
14	33.5	22.4	0.0	32.5	22.5	2.3	2.5	21.7	0.0	31.1	17.7	0.0
15	33.2	23.2	48.7	31.8	21.9	0.1	32.0	20.9	0.0	30.8	18.7	0.0
16	31.7	20.4	T	29.9	21.7	14.3	28.0	21.6	T	30.0	16.3	0.0
17	30.5	22.7	24.2	27.5	21.8	0.1	30.4	19.7	0.0	29.7	14.4	0.0
18	32.4	23.0	4.7	29.2	21.5	0.0	30.0	17.0	0.0	28.4	13.0	0.0
19	32.3	22.8	0.0	30.2	20.5	0.0	29.8	16.0	0.0	26.6	12.3	0.0
20	28.2	23.7	5.9	29.4	18.4	1.9	29.4	16.9	0.0	25.3	10.8	0.0
21	32.2	22.1	4.3	26.3	20.0	0.0	29.2	15.4	0.0	23.5	13.2	0.0
22	33.0	22.4	2.0	28.3	22.0	0.0	27.7	15.3	0.0	22.1	14.7	0.0
23	33.1	23.5	0.4	31.8	20.7	0.0	29.2	14.6	0.0	21.1	11.9	0.0
24	29.4	23.5	20.3	30.8	21.3	0.0	31.4	16.3	0.0	20.7	6.8	0.0
25	30.0	23.0	11.2	29.8	22.2	8.7	31.0	18.7	0.0	22.3	3.5	0.0
26	31.3	21.4	0.0	27.7	22.6	38.7	32.3	18.4	0.0	23.1	3.7	0.0
27	33.2	23.2	0.0	28.8	22.2	1.3	33.1	18.8	0.0	23.8	4.2	0.0
28	32.6	23.4	0.0	29.2	22.0	5.7	32.7	20.1	0.0	24.7	5.2	0.0
29	32.1	21.7	24.1	26.5	21.0	5.0	31.5	18.1	0.0	25.7	6.2	0.0
30	32.5	19.8	0.0	27.6	22.3	12.6	31.4	18.8	0.0	27.7	9.0	0.0
31	-	-	-	29.2	21.2	1.0	-	-	-	30.6	12.6	0.0
รวม	952.2	683.3	182.6	948.6	676.3	111.2	882.7	589.5	54.2	807.0	417.2	5.4
เฉลี่ย	31.7	22.8	6.1	30.6	21.8	3.6	29.4	19.7	1.8	26.0	13.5	0.2
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			877.3				988.5				1043	1048

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมหาวิทยาลัย

ศูนย์อุตุณยมหาวิทยาลัยภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศลำปาง

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 241 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	32.4	24.1	0.4	33.2	22.2	0.0	29.5	23.0	1.4	31.0	17.2	0.0
2	34.0	23.7	0.0	30.0	23.2	9.2	28.6	23.0	1.3	29.5	15.5	0.0
3	35.0	23.5	0.0	29.5	21.6	10.9	27.6	21.8	0.0	30.3	14.5	0.0
4	35.7	24.3	0.0	31.9	22.5	0.5	29.5	21.8	10.1	23.5	20.7	T
5	32.0	25.1	2.1	35.5	22.9	0.5	29.5	22.2	0.0	24.7	20.0	2.0
6	33.3	24.5	0.0	33.8	22.1	0.0	33.7	21.0	0.0	29.6	20.0	3.3
7	31.8	24.5	0.0	35.3	22.5	0.0	31.6	22.0	0.0	21.5	19.0	0.6
8	32.2	24.0	17.7	35.1	22.5	0.0	33.6	23.5	0.0	25.1	19.0	0.0
9	34.0	23.5	0.0	35.0	23.8	0.0	32.0	22.9	10.0	26.5	19.5	0.0
10	33.9	24.0	20.3	34.0	23.6	0.0	32.8	23.5	10.8	29.6	14.8	0.0
11	33.6	23.5	14.9	33.5	23.4	0.1	32.5	24.2	14.3	28.6	1.5	0.0
12	28.7	23.2	6.0	32.7	23.5	0.0	33.4	22.4	0.0	30.5	15.3	0.0
13	33.1	23.3	0.0	33.9	23.0	0.0	33.9	22.5	0.0	31.1	17.2	0.0
14	34.8	24.0	0.0	-	23.2	0.0	32.2	22.5	0.0	31.7	20.0	0.0
15	34.6	24.0	8.7	34.1	22.3	0.9	32.3	21.3	0.0	32.0	20.6	0.0
16	32.9	23.3	0.0	32.0	22.2	3.0	30.0	21.0	0.0	30.9	17.0	0.0
17	31.4	23.6	23.6	30.5	22.7	0.0	30.9	19.0	0.0	31.3	13.9	0.0
18	33.1	23.6	0.0	33.9	22.3	0.0	30.6	16.8	0.0	29.9	13.5	0.0
19	33.7	23.5	0.0	31.0	20.0	0.0	30.5	16.8	0.0	28.0	12.3	0.0
20	27.0	22.7	13.8	29.8	19.0	1.5	30.0	16.6	0.0	25.9	12.5	0.0
21	32.7	23.0	0.0	27.0	20.9	0.0	30.1	15.5	0.0	24.6	13.0	0.0
22	34.3	23.6	57.4	30.0	23.0	0.0	29.0	15.2	0.0	23.6	16.0	0.0
23	31.3	23.5	55.4	33.0	20.9	0.0	30.9	14.6	0.0	22.5	10.9	0.0
24	30.7	23.1	16.3	31.7	22.0	0.0	32.7	17.2	0.0	22.5	6.5	0.0
25	30.6	23.8	7.1	30.3	22.3	0.0	32.3	19.8	0.0	24.2	3.7	0.0
26	32.2	22.3	1.8	31.4	23.5	13.7	33.7	19.2	0.0	24.8	4.2	0.0
27	34.4	23.3	0.0	32.6	23.5	8.8	33.5	18.5	0.0	26.0	4.5	0.0
28	31.2	24.0	5.8	30.8	23.0	21.5	33.1	20.6	0.0	26.6	5.0	0.0
29	33.0	22.5	27.2	28.9	21.6	1.1	32.4	18.5	0.0	28.4	6.6	0.0
30	33.3	21.1	0.0	30.6	22.7	48.4	31.3	19.6	0.0	29.5	10.0	0.0
31	-	-	-	30.5	23.0	16.8	-	-	-	31.5	13.0	0.0
รวม	980.9	706.1	278.5	961.5	694.9	136.9	943.7	606.5	47.9	855.4	417.4	5.9
เฉลี่ย	32.7	23.5	9.3	32.1	22.4	4.4	31.5	20.2	1.6	27.6	13.5	0.2
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			900.5				1037				1085	1091

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศแม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 212 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	31.3	23.2	T	34.8	22.0	T	32.6	22.2	T	32.5	18.1	0.0
2	32.0	23.3	1.1	31.6	21.7	7.6	30.7	23.5	14.5	30.7	15.6	0.0
3	32.2	23.0	0.0	29.4	22.4	0.2	28.2	23.0	0.3	31.8	15.5	0.0
4	34.2	25.5	0.0	33.5	22.7	0.0	29.1	23.0	0.0	26.0	15.9	0.6
5	33.4	24.6	1.1	34.1	23.0	2.3	32.3	22.3	0.1	27.5	20.6	0.1
6	33.1	23.0	6.8	34.0	22.6	T	33.7	22.6	0.3	27.3	20.4	2.0
7	26.8	24.0	1.6	34.5	22.6	10.0	34.2	23.1	0.0	26.5	20.7	T
8	31.0	23.6	0.0	34.5	22.8	0.0	34.8	22.8	0.0	27.8	19.4	0.0
9	30.8	23.5	7.7	34.7	23.8	0.1	33.7	22.4	1.5	24.5	17.0	0.0
10	30.0	23.0	7.2	33.9	23.0	0.7	32.2	23.0	0.0	30.5	15.6	0.0
11	30.2	22.5	34.4	34.0	23.4	16.2	34.1	23.3	T	30.2	16.0	0.0
12	30.0	22.1	0.0	33.8	22.7	0.4	34.4	22.9	0.0	31.7	15.2	0.0
13	30.6	22.3	0.5	34.7	23.1	1.0	34.7	22.3	0.1	32.8	17.1	0.0
14	31.6	23.2	0.0	34.9	23.3	0.2	34.1	22.0	0.0	33.8	17.3	0.0
15	33.8	23.5	21.4	33.8	22.8	0.0	34.3	21.3	3.4	33.6	17.8	0.0
16	34.3	23.6	40.3	30.6	22.0	3.1	25.6	23.0	3.1	32.1	17.5	0.0
17	33.0	23.5	4.6	31.3	22.5	4.5	32.3	21.3	0.0	31.8	15.7	0.0
18	29.2	22.5	3.0	34.7	22.6	0.0	32.0	18.4	0.0	31.0	14.2	0.0
19	30.7	22.4	0.1	32.7	20.7	0.0	31.3	17.8	0.0	29.1	12.2	0.0
20	29.1	22.7	16.8	32.2	20.8	1.2	31.3	17.8	0.0	27.5	10.7	0.0
21	32.5	22.3	0.1	29.7	21.8	1.0	31.7	16.8	0.0	-	9.0	0.0
22	33.5	23.4	0.0	33.7	22.7	0.0	30.1	16.6	0.0	24.9	10.0	0.0
23	34.2	22.7	0.0	33.7	21.0	0.0	31.4	16.0	0.0	24.3	7.5	0.0
24	31.1	23.3	22.5	33.8	21.7	0.0	33.2	16.5	0.0	23.6	6.1	0.0
25	31.3	23.8	10.1	31.3	22.7	0.3	33.3	16.6	0.0	24.7	3.4	0.0
26	32.0	23.3	5.6	28.4	23.1	4.6	33.2	19.3	0.0	26.0	3.5	0.0
27	32.7	23.2	6.0	32.7	23.2	4.2	34.0	20.6	0.0	27.1	4.2	0.0
28	33.0	23.4	12.9	31.3	23.8	0.2	34.4	20.7	0.0	27.8	4.5	0.0
29	33.1	21.5	4.8	33.2	24.4	43.5	33.3	20.6	0.0	28.4	7.7	0.0
30	33.8	22.3	0.0	31.5	23.2	0.1	33.4	18.9	0.0	30.3	9.1	0.0
31	-	-	-	32.2	22.6	2.3	-	-	-	32.3	14.7	0.0
รวม	954.5	694.2	208.6	1019.2	700.7	103.7	973.6	620.6	23.3	868.1	412.2	2.7
เฉลี่ย	31.8	23.1	7.0	32.9	22.6	3.3	32.5	20.7	0.8	28.9	13.3	0.1
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	1220.8						1325			1348		

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดแพร่

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 161 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	32.0	24.8	T	32.6	24.0	8.4	30.6	23.7	0.0	30.4	17.4	0.0
2	33.0	24.5	0.0	32.2	23.8	9.6	28.6	23.5	0.0	29.5	16.4	0.0
3	34.5	24.7	0.0	30.0	23.2	0.1	27.2	22.9	1.5	29.8	15.4	0.1
4	33.2	24.6	0.0	32.7	23.7	0.0	29.8	22.0	0.2	25.1	21.0	0.7
5	33.6	25.7	17.8	31.5	23.0	0.0	29.0	22.8	0.0	26.2	20.7	4.8
6	32.4	24.5	0.0	33.8	24.0	0.0	32.1	22.4	0.2	24.2	20.6	0.3
7	31.0	24.8	T	33.8	24.2	0.0	31.4	23.0	0.2	23.0	20.0	T
8	31.0	23.8	0.0	33.3	24.5	0.0	31.5	24.1	0.0	26.9	19.5	0.0
9	32.3	24.1	21.2	33.6	23.9	21.0	31.5	23.8	1.4	27.3	20.0	0.0
10	32.6	23.7	36.9	32.8	23.1	0.1	31.7	24.0	4.1	-	15.2	0.0
11	31.8	24.1	6.8	32.0	24.7	25.6	29.6	24.1	7.1	29.0	-	0.0
12	27.3	24.0	2.1	31.3	22.8	1.3	32.6	23.8	0.0	28.5	16.1	0.0
13	30.6	24.0	0.5	33.0	23.5	1.8	33.0	23.7	0.0	31.0	18.6	0.0
14	33.6	23.2	0.0	33.2	23.4	0.0	28.2	22.6	3.6	31.5	22.5	T
15	33.4	24.6	7.0	32.6	23.0	17.8	32.2	22.7	0.0	29.7	20.4	0.0
16	31.3	23.9	1.4	30.5	22.7	0.4	31.1	21.5	0.0	29.8	17.8	0.0
17	31.0	24.8	24.0	31.0	24.0	0.0	30.2	18.8	0.0	29.7	15.4	0.0
18	31.2	24.0	0.1	31.6	22.3	0.0	29.9	17.6	0.0	29.2	15.8	0.0
19	32.6	24.0	1.1	30.2	21.5	0.0	30.2	18.1	0.0	27.6	14.7	0.0
20	26.4	25.4	12.5	27.0	21.3	1.2	29.5	17.5	0.0	26.7	13.5	0.0
21	31.7	23.7	3.8	28.0	21.8	1.4	29.2	16.4	0.0	25.8	12.6	0.0
22	33.3	24.5	15.4	30.8	23.0	0.0	27.0	16.8	0.0	23.5	12.6	0.0
23	28.9	23.9	9.4	32.6	22.2	0.0	29.8	16.9	0.0	21.8	9.2	0.0
24	29.8	24.5	8.1	30.8	23.1	0.1	31.8	18.8	0.0	21.6	7.8	0.0
25	31.0	24.2	21.6	29.0	24.0	T	32.4	20.3	0.0	23.1	5.0	0.0
26	32.4	22.5	0.2	31.7	-	0.0	32.7	20.5	0.0	24.0	5.3	0.0
27	33.0	24.3	0.0	31.2	24.1	12.6	32.9	20.0	0.0	25.2	5.7	0.0
28	33.4	24.2	0.2	30.7	23.7	11.6	-	19.4	0.0	-	6.1	0.0
29	32.8	23.3	T	29.6	22.0	3.8	32.1	18.8	0.0	27.8	7.7	0.0
30	33.6	22.5	0.5	31.2	23.0	1.6	31.0	19.3	0.0	28.6	10.8	0.0
31	-	-	-	30.2	23.8	20.9	-	-	-	31.3	14.4	0.0
รวม	954.7	724.8	190.6	974.5	697.3	139.3	888.8	629.8	18.3	787.8	438.2	5.9
เฉลี่ย	31.8	24.2	6.4	31.4	23.2	4.5	30.6	21.0	0.6	27.2	14.6	0.2
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	887.0						1026			1045		

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศอุดรดิตถ์

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 63 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	31.9	23.7	1.8	33.9	23.0	T	31.5	23.3	0.7	31.8	19.4	0.0
2	34.5	23.9	0.0	32.9	24.7	1.2	31.1	23.6	0.0	30.7	19.2	0.0
3	34.8	24.0	0.0	32.0	22.5	0.6	28.5	23.4	1.1	31.4	17.9	T
4	36.3	25.2	0.0	-	23.7	0.0	30.5	22.3	2.1	26.2	22.0	1.3
5	34.9	25.5	4.5	34.9	23.0	0.0	30.8	22.8	1.0	28.3	21.1	0.5
6	33.2	23.8	1.3	35.5	23.1	0.0	33.8	22.2	0.0	26.7	21.6	0.1
7	33.3	25.1	12.0	35.9	23.5	T	33.0	23.8	0.1	27.2	21.1	T
8	30.4	23.3	1.2	34.5	24.8	0.0	33.5	23.9	11.1	29.4	19.6	0.0
9	33.1	23.2	6.7	35.5	24.4	0.7	33.8	23.8	0.0	29.5	20.5	0.0
10	33.5	24.2	13.4	34.0	23.1	0.0	33.7	23.5	8.8	30.4	17.5	0.0
11	31.0	23.2	5.4	34.8	24.7	11.3	32.0	23.3	2.2	31.1	17.7	0.0
12	29.0	22.6	7.3	34.3	23.7	0.0	33.5	24.2	1.1	29.9	19.3	0.0
13	32.6	23.5	6.7	35.2	23.4	0.0	34.4	24.5	0.0	33.0	21.0	0.0
14	34.0	23.5	0.0	33.2	23.5	0.0	33.3	24.1	T	32.4	23.2	0.0
15	34.9	24.8	0.4	34.1	23.0	0.0	33.0	23.5	0.4	30.9	22.1	0.0
16	33.8	23.8	26.0	33.2	23.6	0.5	32.8	23.2	0.0	31.3	18.0	0.0
17	33.3	23.6	11.9	33.3	23.8	0.0	32.5	19.5	0.0	31.5	18.2	0.0
18	32.5	23.8	0.0	33.2	23.4	0.0	31.2	19.0	0.0	30.9	19.4	0.0
19	33.6	24.1	T	31.9	21.0	0.0	31.5	-	0.0	29.0	16.8	0.0
20	28.3	24.8	16.0	27.5	21.3	0.6	30.9	18.3	0.0	27.7	16.5	0.0
21	33.1	23.1	0.0	29.4	21.2	0.0	30.8	17.2	0.0	27.0	15.9	0.0
22	33.6	24.3	1.7	33.4	22.5	0.0	30.1	-	0.0	24.5	14.9	0.0
23	32.9	24.5	33.7	34.5	22.3	0.0	31.8	18.5	0.0	23.5	11.5	0.0
24	27.5	22.8	5.5	32.1	23.2	T	33.7	21.4	0.0	23.4	10.3	0.0
25	32.6	23.2	64.5	31.7	24.0	0.5	34.3	22.8	0.0	24.7	8.3	0.0
26	34.0	22.3	T	33.6	24.3	0.1	34.1	22.0	0.0	25.5	8.2	0.0
27	34.0	24.2	0.0	32.7	24.4	13.2	34.2	22.0	0.0	26.9	9.1	0.0
28	33.4	24.0	0.0	33.4	23.5	4.3	33.6	21.7	0.0	27.9	9.4	0.0
29	33.6	22.7	0.0	32.3	23.2	0.3	32.5	18.5	0.0	30.0	11.3	0.0
30	34.9	22.8	0.0	32.5	23.8	37.5	31.5	20.1	0.0	31.6	15.4	0.0
31	-	-	-	29.9	23.0	23.6	-	-	-	33.6	18.1	0.0
รวม	988.5	713.5	220.0	995.3	722.6	94.4	971.9	616.4	28.6	897.9	524.5	1.9
เฉลี่ย	33.0	23.8	7.3	33.2	23.3	3.0	32.4	22.0	1.0	29.0	16.9	0.1
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	1603.1			1698			1726			1728.0		

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุศูนย์มวทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดสุโขทัย

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล - เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	31.6	25.0	13.0	33.6	25.5	27.9	30.4	23.3	42.5	30.3	20.9	0.0
2	33.5	24.4	1.3	31.8	23.8	43.9	29.4	22.6	24.1	29.3	20.4	0.0
3	-	24.6	0.0	30.4	23.2	1.9	27.6	23.7	0.9	29.2	19.5	0.7
4	35.4	26.0	1.0	32.6	24.6	T	29.4	23.6	0.0	25.0	21.0	2.0
5	33.6	26.4	10.1	33.8	24.4	0.0	29.0	24.2	0.0	27.4	20.5	0.9
6	32.5	24.8	18.7	34.1	25.0	0.0	32.4	24.3	0.8	25.8	22.0	0.0
7	31.8	24.0	29.0	34.1	25.4	0.0	29.4	24.5	2.3	26.5	21.4	0.3
8	30.8	24.4	1.3	33.9	26.0	0.0	30.6	25.0	1.0	27.6	19.8	0.0
9	31.9	24.4	2.9	33.7	25.8	91.4	32.7	24.5	0.0	28.2	21.0	0.0
10	32.9	24.6	4.5	32.8	23.2	0.0	32.6	25.6	38.1	28.4	19.0	0.0
11	30.4	24.4	0.1	32.8	25.1	29.0	32.6	23.2	3.4	29.5	18.8	0.0
12	32.4	24.2	0.2	33.0	23.3	0.0	32.4	24.6	0.0	28.1	19.5	0.0
13	32.5	24.1	0.0	34.2	25.4	0.0	32.3	26.0	0.2	30.5	21.0	0.0
14	34.3	-	0.0	33.3	-	0.0	32.7	24.5	0.0	31.5	22.5	0.0
15	34.8	-	11.8	32.5	23.7	17.4	29.7	24.8	3.1	31.0	22.7	0.0
16	32.6	-	1.0	31.5	23.5	0.0	31.4	24.1	0.0	29.7	19.3	0.0
17	31.1	24.6	1.0	31.1	23.8	17.4	30.5	21.8	0.0	30.2	19.0	0.0
18	31.2	24.6	0.2	31.9	24.1	0.0	29.4	22.1	0.0	29.4	20.0	0.0
19	34.0	25.0	0.0	30.3	23.0	0.0	29.2	20.9	0.0	28.5	18.3	0.0
20	31.0	26.5	10.6	27.8	23.0	T	30.9	20.9	0.0	26.5	18.5	0.0
21	31.9	24.0	T	-	22.2	0.3	28.6	17.2	0.0	26.4	16.5	0.0
22	33.7	24.4	8.3	31.0	22.5	0.0	27.9	20.4	0.0	23.4	16.9	0.0
23	33.5	24.1	20.1	32.6	23.5	0.0	30.4	20.2	0.0	21.7	12.4	0.0
24	29.0	23.6	2.6	30.9	24.5	0.8	32.5	22.8	0.0	21.1	11.3	0.0
25	32.1	24.6	29.3	30.2	25.4	5.7	32.6	23.6	0.0	22.9	9.4	0.0
26	32.0	23.5	0.0	30.7	23.6	31.2	33.3	23.7	0.0	23.6	8.8	0.0
27	33.7	24.4	0.2	29.8	23.4	2.3	33.4	23.5	0.0	24.5	9.8	0.0
28	30.8	24.8	1.8	31.8	23.8	32.9	32.8	23.5	0.0	25.7	10.4	0.0
29	33.1	24.6	0.0	30.6	32.5	58.0	30.8	22.9	0.0	28.2	11.0	0.0
30	33.6	24.0	0.0	31.4	23.2	133.6	30.2	22.4	0.0	29.8	14.9	0.0
31	-	-	-	27.3	23.2	21.1	-	-	-	32.0	18.5	0.0
รวม	941.7	664.0	169.0	955.5	729.6	514.8	927.1	694.4	116.4	851.9	545.0	3.9
เฉลี่ย	32.5	24.6	5.6	31.9	24.3	16.6	30.9	23.1	3.9	27.5	17.6	0.1
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			1118.3				1633.1				1750	1753

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมหาวิทยาลัย

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดสุโขทัย(ศรีสำโรง)

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล - เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	32.2	24.8	6.5	33.0	25.2	20.2	30.2	23.6	27.8	31.0	19.8	0.0
2	33.3	24.1	0.0	32.2	24.0	13.8	30.0	22.6	1.9	-	18.5	0.0
3	34.4	24.4	0.0	30.8	23.5	T	28.3	23.8	0.4	29.8	18.5	0.8
4	34.8	24.8	0.0	32.7	24.0	0.0	29.7	23.2	0.0	-	-	3.2
5	32.5	26.5	8.0	34.0	24.3	0.0	29.6	23.9	T	28.0	20.7	0.1
6	32.5	24.9	0.0	34.1	24.6	0.0	32.2	23.2	7.8	26.4	-	0.1
7	31.8	24.4	12.2	33.5	25.0	0.0	29.8	24.3	1.1	26.4	21.1	T
8	30.6	24.2	13.6	33.8	25.5	0.0	31.3	24.5	0.0	27.8	19.8	0.0
9	32.3	24.5	7.8	34.2	25.4	6.7	32.3	24.8	0.0	28.3	21.0	0.0
10	33.1	24.5	2.5	32.7	23.7	0.0	32.6	25.3	55.9	28.6	18.0	0.0
11	30.0	24.5	2.0	32.5	25.0	19.4	30.2	22.5	3.0	29.8	18.4	0.0
12	30.5	24.5	24.5	32.8	23.0	0.0	32.2	24.3	0.0	27.9	18.3	0.0
13	33.2	24.0	1.0	34.5	-	0.0	31.9	24.5	5.5	31.2	20.8	0.0
14	33.6	24.1	0.0	33.6	25.0	0.0	32.1	24.5	0.2	31.7	22.0	0.0
15	34.5	24.4	59.5	33.0	24.0	63.7	30.7	24.4	31.6	30.2	22.5	0.0
16	32.7	23.5	0.4	31.1	23.5	2.3	31.7	23.8	0.0	30.5	18.4	0.0
17	31.0	24.5	1.1	31.4	23.9	7.5	30.9	20.1	0.0	30.8	19.0	0.0
18	31.2	25.1	0.0	34.5	24.0	0.0	30.3	20.2	0.0	29.4	20.2	0.0
19	33.9	24.5	0.0	30.7	22.8	0.0	-	19.3	0.0	27.8	17.8	0.0
20	29.8	26.0	0.6	27.8	22.9	0.2	29.5	19.4	0.0	26.9	18.0	0.0
21	32.8	24.0	0.0	27.4	22.4	2.9	29.3	18.4	0.0	26.2	16.0	0.0
22	33.6	24.2	0.0	-	-	0.0	28.7	18.5	0.0	23.8	16.1	0.0
23	33.1	24.5	30.5	-	-	0.0	30.4	19.3	0.0	22.2	10.2	0.0
24	29.8	23.8	0.1	31.1	24.4	0.2	32.7	22.4	0.0	21.6	10.1	0.0
25	32.7	24.5	34.0	30.7	-	4.6	33.3	22.5	0.0	23.4	7.6	0.0
26	32.1	23.3	0.0	31.2	24.0	34.0	-	-	0.0	24.2	7.8	0.0
27	33.3	24.5	27.7	31.4	-	0.7	33.6	22.8	0.0	26.2	9.4	0.0
28	32.3	22.9	1.9	32.1	24.0	48.5	-	-	0.0	26.3	9.0	0.0
29	33.2	24.5	0.0	30.9	23.4	45.8	31.2	21.5	0.0	28.5	11.0	0.0
30	33.3	24.9	T	31.3	23.8	120.8	30.2	21.6	0.0	30.3	14.9	0.0
31	-	-	-	28.0	23.5	21.7	-	-	-	30.3	18.5	0.0
รวม	974.1	733.3	233.9	927.0	624.8	413.0	834.9	629.2	135.2	805.5	483.4	4.2
เฉลี่ย	32.5	24.4	7.8	32.0	24.0	13.3	30.9	22.5	4.5	26.0	15.6	0.1
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			1078.8				1492				1627.0	1631

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศเขื่อนภูมิพล จ.ตาก

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 144 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	31.0	23.8	1.0	33.5	22.5	18.9	30.0	22.5	12.9	30.1	19.0	0.0
2	33.8	23.0	0.0	31.0	22.6	26.2	27.2	22.5	7.0	30.2	17.7	0.0
3	36.4	24.0	0.0	30.8	22.5	14.5	27.2	22.8	0.6	30.0	16.0	0.0
4	33.0	24.0	0.0	31.5	21.7	0.7	28.2	22.5	0.8	24.3	-	3.5
5	-	-	23.6	33.5	22.5	0.0	30.5	22.5	0.5	25.0	19.6	0.9
6	33.5	23.0	0.0	34.5	23.3	0.0	34.0	22.0	0.0	25.7	20.5	0.0
7	-	-	33.0	35.0	21.0	0.0	29.0	22.8	0.0	25.2	21.0	2.0
8	33.0	24.0	0.0	35.7	23.5	0.0	31.0	23.0	0.0	26.2	19.5	0.0
9	34.3	22.7	0.0	35.0	-	2.0	30.2	22.5	1	27.0	21.0	0.0
10	-	-	0.0	32.8	23.5	10.0	32.0	24.5	1.2	28.8	18.5	0.0
11	24.0	-	0.2	32.5	23.0	2.3	31.5	23.5	0.0	29.0	16.5	0.0
12	31.5	23.5	0.0	32.5	23.5	0.0	33.5	23.5	0.0	29.2	17.5	0.0
13	34.0	23.5	0.0	33.5	23.0	T	33.6	24.0	1.3	31.2	19.3	0.0
14	35.8	24.5	0.0	33.0	23.2	16.7	33.0	24.5	14.1	30.0	21.0	0.0
15	36.0	24.2	16.3	29.5	22.0	5.4	30.5	23.7	4.3	30.8	21.5	0.0
16	33.0	23.5	0.1	31.0	22.0	1.3	30.0	22.5	0.0	30.8	18.0	0.0
17	-	-	28.3	31.0	23.5	4.7	31.0	20.0	0.0	30.8	16.5	0.0
18	32.0	23.0	0.0	33.5	23.5	0.0	29.6	18.5	0.0	28.8	17.6	0.0
19	-	25.5	0.0	31.5	22.4	0.0	30.3	17.8	0.0	27.8	16.0	0.0
20	-	25.5	1.0	-	-	4.6	-	17.5	0.0	26.0	16.0	0.0
21	34.2	23.2	19.6	-	-	1.1	30.1	17.0	0.0	-	13.5	0.0
22	-	-	0.0	31.0	22.5	0.0	29.8	17.2	0.0	21.8	18.2	0.0
23	-	-	0.0	32.0	22.5	0.2	31.0	18.0	0.0	22.0	13.0	0.0
24	29.5	-	45.3	32.0	23.5	0.0	32.7	19.0	0.0	21.4	9.7	0.0
25	30.2	23.5	2.4	29.9	24.5	16.3	33.5	22.5	0.0	23.5	6.3	0.0
26	32.2	23.5	3.2	27.0	23.5	50.1	33.5	21.5	0.0	24.1	6.9	0.0
27	34.0	23.5	0.0	32.0	23.0	7.2	33.5	22.1	0.0	25.0	7.7	0.0
28	32.5	24.0	4.6	30.0	23.5	6.5	32.5	23.5	0.0	26.7	9.0	0.0
29	33.4	23.6	0.0	29.0	23.5	36.9	30.6	21.0	0.0	28.1	11.0	0.0
30	32.0	23.0	0.0	28.3	23.2	35.6	30.4	21.0	0.0	30.3	14.0	0.0
31	-	-	-	27.5	23.0	3.2	-	-	-	32.2	16.5	0.0
รวม	719.3	522.0	178.6	920.0	641.9	264.4	899.9	645.9	42.7	822.0	478.5	6.4
เฉลี่ย	27.7	20.1	6.0	31.7	22.9	8.5	31.0	21.5	1.4	27.4	16.0	0.2
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			885.7				1150				1193	1199

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดตาก

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 121 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	32.0	25.8	1.1	32.7	23.3	27.0	28.6	-	32.6	30.0	18.0	0.0
2	32.6	24.6	0.0	31.0	22.5	34.2	27.4	22.6	14.3	29.5	17.6	0.0
3	34.1	25.4	0.0	29.0	23.4	11.0	26.5	23.0	3.7	30.1	-	1.0
4	35.5	26.5	0.0	30.6	23.0	0.6	26.8	22.7	0.1	24.0	20.5	2.1
5	32.5	26.2	2.2	33.5	23.8	9.4	31.5	23.2	0.0	24.6	20.0	1.0
6	32.6	23.6	T	33.9	23.7	0.0	33.7	23.1	10.1	25.4	21.5	0.2
7	30.0	25.0	0.2	34.0	23.8	0.0	27.3	-	6.1	26.1	20.6	0.0
8	32.5	24.5	10.2	34.4	24.3	0.5	28.7	24.0	14.2	25.8	20.3	0.0
9	33.7	23.8	0.0	34.5	24.3	4.8	31.7	23.1	0.8	26.8	20.6	0.0
10	32.7	23.5	T	31.5	24.2	48.6	32.3	23.6	3.5	28.5	19.5	0.0
11	31.6	25.2	0.6	31.5	22.0	3.2	31.8	23.0	0.1	28.5	16.9	0.0
12	30.2	23.9	0.0	31.7	24.9	T	32.0	23.8	0.0	28.0	-	T
13	32.0	25.8	0.0	32.2	24.3	4.8	-	24.8	0.0	30.5	19.4	0.0
14	33.3	25.6	0.0	32.0	24.2	14.5	32.1	23.9	0.5	30.6	21.5	0.0
15	35.5	26.6	T	29.6	22.5	5.2	27.0	24.6	13.3	30.6	22.5	0.0
16	32.0	24.8	0.8	30.8	-	29.6	29.0	23.5	0.0	31.2	18.4	0.0
17	32.2	24.5	1.8	30.0	23.2	9.3	30.7	-	0.0	31.0	16.5	0.0
18	31.5	24.6	0.0	32.2	22.9	0.4	30.0	19.0	0.0	28.5	18.6	0.0
19	32.5	25.3	0.0	30.7	23.7	0.0	29.9	17.8	0.0	28.2	18.5	0.0
20	30.0	24.4	4.0	30.0	22.2	1.7	29.2	17.3	0.0	28.2	17.8	0.0
21	33.4	24.1	0.0	25.5	21.5	1.8	29.5	17.0	0.0	28.1	15.6	0.0
22	35.0	24.3	0.0	31.2	22.7	0.0	28.3	26.5	0.0	24.0	15.6	0.0
23	33.5	24.2	9.6	32.2	22.5	0.0	30.5	-	0.0	22.4	13.0	0.0
24	30.5	24.1	88.1	33.5	21.5	0.0	31.8	22.3	0.0	21.6	10.1	0.0
25	31.5	24.1	11.7	30.0	23.0	21.0	32.6	-	0.0	23.3	6.5	0.0
26	31.5	23.0	38.6	27.4	23.0	46.4	32.5	21.5	0.0	24.0	6.0	0.0
27	33.7	22.9	0.5	29.2	24.0	10.9	33.2	22.2	0.0	25.3	7.0	0.0
28	33.6	22.8	1.0	30.7	24.0	5.8	32.0	23.5	0.0	26.6	7.8	0.0
29	33.8	22.0	2.8	30.8	23.2	0.0	29.7	-	T	28.7	9.4	0.0
30	30.3	23.8	14.3	30.7	23.9	20.4	29.5	21.6	0.0	30.7	13.6	0.0
31	-	-	-	28.2	22.8	12.3	-	-	-	32.5	16.8	0.0
รวม	975.8	734.9	187.5	965.2	698.3	323.4	875.8	537.6	99.3	853.3	470.1	4.3
เฉลี่ย	33.6	25.3	6.5	31.1	22.5	10.4	30.2	22.4	3.3	27.5	16.2	0.1
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	1121.0			***ผิด			1444			1544		

**ฝนรวม ๆ ผิดในวันที่ 2 ก.ย. คือ วันที่ 1 ฝนรวม 933.5 ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

**ในวันที่ 2 ฝนตก 1.1 มม. ฝนรวมกับลดลง = 927.6 ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศแม่สอด จังหวัดตาก

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 196 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	31.0	23.6	4.0	33.0	22.6	7.4	31.2	23.3	2.8	30.2	16.5	0.0
2	30.7	22.5	0.0	31.5	22.5	3.5	30.9	22.9	8.6	30.0	15.5	0.0
3	-	23.1	0.0	31.3	23.3	1.7	28.3	22.5	0.0	30.0	14.6	T
4	-	24.4	0.0	32.6	22.7	0.0	28.1	22.4	T	26.5	20.4	0.4
5	-	-	61.7	33.2	22.4	3.1	30.2	22.3	T	27.2	20.4	0.0
6	30.5	22.5	1.3	34.0	21.5	0.3	33.0	21.5	0.0	27.0	21.4	0.0
7	31.5	24.2	0.2	32.8	22.8	0.0	29.3	22.5	0.0	28.6	21.5	0.0
8	31.4	23.5	1.1	33.8	23.0	0.0	31.4	21.6	0.0	25.9	20.5	0.0
9	32.1	23.2	4.6	34.0	23.2	0.0	31.8	21.5	0.0	27.5	20.0	0.0
10	31.2	23.5	0.3	33.7	23.9	0.0	32.7	23.2	3.0	28.3	-	0.0
11	31.2	23.0	2.5	30.5	22.6	0.0	32.5	23.3	0.0	29.5	16.0	0.0
12	29.0	22.0	2.2	33.0	22.6	0.0	33.7	23.0	0.0	29.5	15.6	0.1
13	31.0	22.9	2.0	34.0	22.0	0.0	33.3	23.5	0.0	32.0	19.0	0.0
14	31.6	22.8	0.2	32.8	22.4	2.8	33.0	23.0	5.3	32.0	18.1	0.0
15	32.8	24.0	0.0	31.4	22.3	0.0	31.7	23.4	0.0	31.0	20.0	0.0
16	28.6	-	1.3	32.0	22.5	3.1	32.0	22.0	0.0	31.6	16.8	0.0
17	30.3	23.2	2.3	32.0	23.3	10.7	31.5	18.3	0.0	31.0	14.9	0.0
18	30.7	23.0	4.0	34.0	22.5	0.0	31.0	17.0	0.0	29.3	15.3	0.0
19	31.0	22.5	4.6	31.2	20.4	0.0	30.0	15.7	0.0	28.7	15.2	0.0
20	27.6	23.4	8.0	30.6	19.7	0.1	30.2	15.5	0.0	26.8	12.5	0.0
21	30.5	23.0	0.4	30.3	22.1	0.4	30.5	14.5	0.0	26.8	11.0	0.0
22	32.2	-	0.0	32.4	21.8	0.0	29.4	14.6	0.0	24.5	11.0	0.0
23	33.0	23.5	0.3	32.7	21.7	0.0	31.5	14.7	0.0	23.0	11.8	0.0
24	27.9	24.0	10.7	33.5	22.0	0.0	33.0	20.1	0.0	22.0	8.2	0.0
25	32.6	22.5	0.0	30.0	23.0	2.6	-	-	0.0	23.6	4.9	0.0
26	31.5	23.2	2.7	31.0	23.0	0.0	33.5	20.0	0.0	25.0	4.5	0.0
27	33.5	22.5	0.0	33.2	23.5	0.0	34.0	20.6	0.0	25.7	5.5	0.0
28	31.5	-	0.0	34.0	22.0	0.0	32.5	21.0	0.0	27.7	6.5	0.0
29	33.3	22.7	0.0	32.6	23.1	17.2	31.8	-	0.0	29.3	8.5	0.0
30	32.5	23.0	T	28.8	22.6	16.1	30.0	18.0	0.0	31.2	12.5	0.0
31	-	-	-	30.4	22.5	3.4	-	-	-	32.5	15.7	0.0
รวม	840.7	601.7	114.4	1000.3	695.5	72.4	912.0	571.9	19.7	873.9	434.3	0.5
เฉลี่ย	31.1	21.5	3.8	32.3	22.4	2.3	31.4	20.4	0.7	28.2	14.5	0.0
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			1295.4				1367.8				1388	1388.0

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลศูนย์มหาวิทยาลัย
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศอุ้มผาง จังหวัดตาก

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 456 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	28.6	22.0	4.3	31.9	20.0	15.8	28.6	21.3	9.2	27.0	14.7	0.0
2	28.5	21.5	32.7	24.8	20.4	5.6	26.1	20.6	0.9	27.8	13.8	0.0
3	30.0	21.0	0.0	29.6	20.8	1.0	26.8	20.4	1.8	28.0	12.8	1.0
4	-	21.4	0.0	30.0	20.7	0.0	24.0	20.4	T	23.3	18.4	0.0
5	-	-	7.2	31.0	19.8	6.3	25.8	20.4	0.5	25.3	18.8	0.4
6	29.5	-	0.3	30.8	20.3	2.2	28.8	20.0	0.0	2.2	19.0	0.0
7	29.2	-	T	30.8	21.0	71.9	25.5	19.0	2.3	26.5	19.1	0.0
8	28.8	21.9	0.6	31.0	19.8	0.0	27.6	20.7	T	-	16.8	0.0
9	30.0	21.8	0.0	31.8	20.7	0.0	29.0	21.0	0.0	24.8	16.6	0.0
10	30.5	22.0	1.2	31.0	21.0	0.4	31.2	20.8	0.7	26.5	14.2	0.0
11	28.2	21.5	7.2	-	20.6	2.3	31.0	22.0	26.7	26.6	13.7	0.0
12	-	21.0	0.9	31.2	20.7	5.6	33.7	19.2	0.0	25.5	15.5	0.0
13	28.0	19.4	18.9	28.8	20.4	T	33.3	23.5	0.0	28.8	17.6	0.0
14	28.2	21.1	4.6	25.0	19.8	10.6	-	23.0	0.0	-	17.7	0.0
15	29.2	21.0	2.4	28.0	21.2	1.4	29.2	19.8	1.5	29.2	16.8	0.0
16	27.0	22.2	11.3	30.6	20.5	0.3	28.8	20.0	0.0	-	15.8	0.0
17	27.1	21.2	3.3	-	21.4	1.2	28.5	16.2	0.0	29.0	12.5	0.0
18	29.0	21.0	0.4	28.8	21.8	0.0	28.0	15.5	0.0	27.5	14.2	0.0
19	29.0	20.6	0.0	-	18.6	0.0	28.0	13.5	0.0	25.2	13.5	0.0
20	-	20.9	7.5	27.5	17.7	0.0	26.8	13.4	0.0	26.0	11.2	0.0
21	28.0	20.6	0.0	-	20.5	0.0	28.0	11.8	0.0	25.0	10.2	0.0
22	31.0	20.0	2.0	30.0	21.5	0.0	25.5	12.6	0.0	21.4	10.2	0.0
23	30.5	21.4	5.1	31.0	19.2	0.0	27.8	13.0	0.0	-	6.2	0.0
24	29.5	21.7	0.5	26.4	19.5	0.6	30.2	18.4	0.0	20.7	5.3	0.0
25	30.2	19.2	0.1	29.5	20.4	13.5	-	17.8	0.0	21.4	3.4	0.0
26	30.6	20.8	0.4	26.5	21.6	2.8	30.6	17.0	0.0	22.8	-	0.0
27	-	21.2	4.2	29.0	21.5	0.0	31.5	18.0	0.0	24.3	0.8	0.0
28	28.8	20.8	1.5	30.0	19.8	0.0	28.8	17.8	0.0	-	2.9	0.0
29	31.6	21.1	0.0	30.5	20.6	12.6	28.0	17.2	0.0	25.0	6.5	0.0
30	30.0	20.4	0.0	30.0	21.4	3.5	-	16.4	0.0	29.6	10.5	0.0
31	-	20.0	-	27.6	21.8	74.6	-	-	-	30.3	14.8	0.0
รวม	731.0	588.7	116.6	793.1	635.0	232.2	771.1	550.7	43.6	649.7	383.5	1.4
เฉลี่ย	27.1	21.8	3.9	29.4	20.5	7.5	28.6	18.4	1.5	25.0	12.8	0.0
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.			1081.4				1314				1357	1358.6

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลศูนย์มหาวิทยาลัย

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดพิษณุโลก

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 44 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	32.0	25.5	0.0	31.8	24.3	14.1	30.4	23.8	32.0	30.5	19.3	0.1
2	33.6	24.7	0.0	30.2	24.4	2.2	28.4	23.3	0.3	-	19.5	0.0
3	34.7	26.2	0.0	31.5	23.6	9.7	28.6	23.6	0.2	26.9	18.4	T
4	33.5	25.8	0.0	32.0	24.1	14.9	30.1	23.5	0.0	26.8	22.0	0.6
5	32.3	26.5	1.2	32.3	23.4	0.0	29.5	23.9	T	28.5	21.3	0.0
6	33.2	23.9	T	33.9	24.1	0.0	32.0	23.6	0.8	28.0	-	T
7	33.2	25.7	24.7	33.6	25.7	5.5	32.0	24.0	2.2	27.5	21.8	0.0
8	31.8	23.4	19.2	34.0	25.3	0.5	31.7	25.0	0.0	28.5	20.2	0.0
9	31.0	23.6	0.1	33.5	26.3	0.0	32.7	25.3	T	29.2	21.5	0.0
10	33.5	24.8	1.0	33.2	24.3	T	33.6	25.5	7.6	28.6	18.3	0.0
11	30.6	24.4	1.0	32.3	24.8	44.1	31.1	22.4	T	28.7	18.5	0.0
12	30.0	24.1	73.7	34.8	24.2	0.0	32.7	24.2	0.0	28.0	21.0	T
13	32.0	22.9	T	33.4	25.0	0.0	32.4	25.6	T	30.5	20.9	0.0
14	33.4	24.7	0.0	34.1	25.2	T	32.3	24.0	2.0	31.2	22.0	0.0
15	33.5	-	80.4	33.3	23.6	0.0	30.6	24.1	2.5	30.0	23.2	0.0
16	32.5	23.8	12.5	31.7	24.2	28.9	31.6	24.6	0.0	30.3	19.1	0.0
17	31.6	24.3	3.4	30.5	23.3	1.3	31.6	21.4	0.0	30.1	19.1	0.0
18	31.4	24.7	20.4	32.5	24.5	0.0	30.4	21.6	0.0	30.2	20.0	0.0
19	31.8	25.0	2.3	31.0	23.4	0.0	29.5	19.9	0.0	28.4	18.7	0.0
20	29.4	20.9	3.1	27.5	23.4	7.1	29.5	19.4	0.0	-	18.3	0.0
21	32.7	24.6	0.0	29.0	21.6	0.7	29.5	18.0	0.0	27.3	15.0	0.0
22	33.1	25.5	0.0	31.4	23.0	0.0	29.0	-	0.0	25.0	15.0	0.0
23	31.9	24.6	0.5	33.3	23.5	0.0	30.4	19.9	0.0	23.0	12.4	0.0
24	29.6	24.6	18.5	30.3	25.2	0.4	32.5	22.7	0.0	22.0	11.2	0.0
25	33.0	25.0	21.2	29.9	25.0	5.5	32.7	23.6	0.0	22.8	9.0	0.0
26	31.8	24.4	1.0	32.0	24.2	1.3	33.3	24.0	0.0	23.8	8.9	0.0
27	33.3	24.7	0.0	32.3	24.7	3.8	32.9	23.6	0.0	24.7	9.0	0.0
28	32.5	26.0	1.3	32.4	23.7	0.1	33.5	23.7	0.0	26.2	10.4	0.0
29	33.0	24.2	0.0	32.3	25.0	2.6	32.1	22.8	0.0	28.2	13.5	0.0
30	34.1	25.3	0.0	32.3	23.6	167.1	30.7	20.8	0.0	29.7	15.6	0.0
31	-	-	-	28.0	23.3	60.3	-	-	-	31.6	19.5	0.0
รวม	970.0	713.8	285.5	990.3	749.9	370.1	937.3	667.8	47.6	806.2	522.6	0.7
เฉลี่ย	32.3	23.8	9.5	31.9	24.2	11.9	31.2	23.0	1.6	27.8	17.4	0.0
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	1238.5			1609			1656			1657		

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 144 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	32.5	24.2	1.1	32.8	23.5	1.4	31.5	23.8	20.7	29.0	16.5	0.0
2	33.3	24.3	0.0	31.5	23.8	1.0	27.0	22.8	2.6	29.2	16.4	0.0
3	34.2	24.3	0.0	32.8	22.7	0.0	26.7	21.0	0.3	29.0	15.5	0.8
4	34.5	23.8	T	33.0	23.2	0.0	29.2	21.5	T	28.2	19.8	0.3
5	33.3	24.5	2.6	33.8	23.0	1.5	29.2	22.3	0.3	27.5	21.8	0.0
6	33.0	24.4	0.2	34.4	21.3	0.0	33.0	21.5	T	29.2	21.0	T
7	31.2	23.6	0.2	34.3	23.6	0.0	30.5	23.0	0.0	28.5	20.5	0.0
8	31.8	23.7	1.7	34.5	23.8	0.8	31.5	23.5	0.0	29.2	18.2	0.0
9	31.2	23.3	1.1	34.0	22.7	0.0	32.3	23.0	0.0	28.0	19.7	0.0
10	31.5	24.3	58.1	34.5	23.5	12.5	34.5	24.0	0.0	28.7	16.0	0.0
11	27.5	22.5	4.4	33.0	23.3	8.3	-	24.0	0.0	30.7	16.0	0.0
12	30.8	21.8	0.0	33.4	23.4	4.2	35.0	22.0	0.0	30.3	19.8	0.0
13	32.2	21.8	0.0	33.5	23.5	0.0	33.5	22.8	0.0	32.0	19.0	0.0
14	32.5	24.5	0.0	33.2	23.5	2.6	33.5	21.7	0.0	31.0	21.8	0.0
15	33.7	24.7	0.0	31.8	22.4	T	33.2	22.5	0.0	30.3	21.5	0.0
16	32.4	24.5	0.0	32.7	22.7	T	33.0	22.0	0.0	32.5	16.5	0.0
17	31.5	23.9	1.3	31.3	24.0	T	31.5	19.7	0.0	31.0	17.3	0.0
18	31.0	-	8.8	31.8	23.8	0.0	30.4	19.5	0.0	29.0	20.8	0.0
19	32.8	24.2	6.3	30.5	19.2	0.8	30.5	17.0	0.0	28.0	17.0	0.0
20	28.0	24.3	2.4	25.0	21.0	T	29.5	16.8	0.0	26.6	16.0	0.0
21	33.0	23.5	7.3	29.7	21.7	0.0	29.5	15.1	0.0	26.0	14.0	0.0
22	33.0	22.6	0.2	33.2	21.3	0.0	-	25.5	0.0	23.5	13.5	0.0
23	30.0	23.5	22.6	33.2	21.0	0.0	31.4	19.2	0.0	21.5	10.4	0.0
24	29.0	21.6	0.4	30.7	24.8	T	33.5	21.8	0.0	21.5	8.2	0.0
25	33.5	23.5	0.0	27.8	24.4	26.3	34.5	22.5	0.0	23.5	5.5	0.0
26	34.0	23.5	60.9	31.5	23.3	3.9	34.5	20.8	0.0	24.7	6.4	0.0
27	33.6	22.3	0.0	31.8	23.5	T	34.4	22.0	0.0	26.5	7.6	0.0
28	32.5	23.5	0.0	31.7	23.0	1.3	33.0	20.5	0.0	28.2	7.0	0.0
29	33.0	24.2	0.0	32.5	23.8	1.0	31.2	21.6	0.0	30.5	16.0	0.0
30	33.7	21.8	0.0	33.0	22.8	0.0	29.4	19.5	0.0	33.2	14.5	0.0
31	-	-	-	31.2	24.0	19.9	-	-	-	34.5	17.5	0.0
รวม	964.2	682.6	179.6	998.1	711.5	85.5	886.9	642.9	23.9	881.5	491.7	1.1
เฉลี่ย	32.1	22.8	6.0	32.2	23.0	2.8	31.7	21.4	0.8	28.4	15.9	0.0
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	844.2						929.7				953.6	954.7

ฝ่ายแผนทและข้อมูลอุตุณยมวิทยา

ศูนย์อุตุณยมวิทยาภาคเหนือ

โทร.203802

รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และฝน สถานีตรวจอากาศจังหวัดเพชรบูรณ์

พ.ศ.2542

สูงจากระดับน้ำทะเล 114 เมตร

วันที่	กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน	สูงสุด	ต่ำสุด	ฝน
1	32.1	24.5	0.2	32.5	24.0	3.5	32.1	24.5	3.0	30.2	17.5	0.0
2	33.1	25.2	0.0	29.5	24.3	1.2	27.4	23.9	0.9	29.6	16.3	0.0
3	33.7	24.9	0.0	31.8	23.1	0.0	26.8	21.9	T	29.2	16.3	T
4	33.5	24.6	0.0	32.7	23.3	33.0	29.4	22.3	0.1	28.3	21.5	0.1
5	33.2	25.3	12.7	33.1	23.5	0.0	29.1	22.8	0.3	28.8	22.6	0.0
6	31.0	23.5	7.1	34.0	23.2	3.8	31.2	22.3	0.0	29.6	22.4	0.0
7	30.6	23.4	6.4	31.9	24.2	T	30.5	23.9	0.0	29.1	21.2	0.0
8	29.7	23.3	14.6	33.9	24.2	0.0	31.4	23.8	0.0	29.4	18.0	0.0
9	30.5	23.8	6.3	34.0	24.4	0.2	30.9	24.0	T	28.1	18.3	0.0
10	30.6	24.2	19.4	33.6	23.5	37.0	34.2	24.6	0.0	28.5	15.8	0.0
11	28.4	22.9	4.4	31.9	22.2	8.5	32.6	23.8	0.0	29.9	16.8	0.0
12	28.6	22.5	0.3	32.9	23.9	0.0	34.0	23.3	0.0	29.4	20.0	0.0
13	31.7	23.4	0.0	33.4	24.0	0.3	33.4	23.4	0.0	31.7	20.0	0.0
14	33.0	24.6	T	32.7	24.3	0.0	33.7	22.1	0.0	30.7	21.8	0.0
15	30.9	25.6	1.4	31.9	23.5	0.0	33.1	23.7	0.0	30.6	20.8	0.0
16	32.2	24.9	23.9	-	23.7	T	32.1	20.1	0.0	31.2	16.9	0.0
17	29.8	23.6	3.0	31.4	24.6	0.0	31.4	19.9	0.0	31.7	17.5	0.0
18	30.0	24.4	6.1	31.9	24.2	0.0	30.4	19.4	0.0	29.4	20.8	0.0
19	32.6	25.1	0.0	30.4	21.0	0.8	30.1	17.5	0.0	27.7	17.2	0.0
20	28.7	25.2	0.2	26.2	21.0	0.1	29.2	17.3	0.0	26.7	17.2	0.0
21	32.4	24.3	1.8	29.8	22.1	2.6	29.4	16.0	0.0	26.4	14.0	0.0
22	-	24.0	0.0	32.1	21.6	0.0	-	16.4	0.0	26.3	14.7	0.0
23	31.4	23.5	16.5	32.9	21.8	0.0	31.4	19.0	0.0	21.7	11.3	0.0
24	28.4	23.5	24.8	28.8	25.5	0.1	33.6	22.8	0.0	21.9	11.5	0.0
25	32.1	23.7	0.0	28.7	25.4	11.3	33.6	23.0	0.0	23.6	5.5	0.0
26	32.4	24.6	0.6	31.4	23.5	2.6	33.9	20.8	0.0	24.7	7.0	0.0
27	32.9	23.4	0.0	31.9	23.7	1.7	33.5	20.5	0.0	26.0	7.8	0.0
28	33.6	24.1	0.0	30.5	23.9	12.4	32.3	21.5	0.0	27.5	7.9	0.0
29	32.9	24.8	0.0	31.1	23.3	0.4	31.5	22.7	0.0	28.4	16.1	0.0
30	33.7	23.6	0.0	32.4	23.1	0.0	29.2	20.0	0.0	32.1	15.0	0.0
31	-	-	-	30.3	24.8	0.3	-	-	-	32.8	17.8	0.0
รวม	913.7	724.4	149.7	949.6	728.8	119.8	911.4	647.2	4.3	881.2	507.5	0.1
เฉลี่ย	30.5	24.1	5.0	31.7	23.5	3.9	31.4	21.6	0.1	28.4	16.4	0.0
ฝนรวมตั้งแต่ 1 ม.ค.	1075.1			1195			1199			1199.3		

ฝ่ายแผนที่และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ
โทร.203802

การวิเคราะห์ข้อมูล สูงสุด ต่ำสุด โดย SPSS

```

DESCRIPTIVES VARIABLES=CR1 CR2 MHS1 MHS2 PY1 PY2 CM1 CM2 NAN1 NAN2 LPU1 LPU
2 LPA1 LPA2 PHR1 PHR2 UTT1 UTT2 SKT1 SKT2 PIJ1 PIJ2 TAK1 TAK2 PIL1 PIL2 PEB
1 PEB2 KPP1 KPP2
  /STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

```

Descriptives

[DataSet1] G:\Tops at Curtin\TRF-Tops\North-Thailand Temp\Temp_Superpave\Temp10yrs.sav

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
CR1	11	1.50	10.40	8.0182	2.32027
CR2	11	36.00	37.90	36.9545	.65477
MHS1	11	3.40	10.20	8.4909	1.84578
MHS2	11	37.90	41.90	40.3909	1.24133
PY1	11	2.50	11.00	8.5909	2.35561
PY2	11	36.40	38.70	37.9636	.72426
CM1	11	3.80	11.90	8.5455	2.65796
CM2	11	36.70	40.00	38.5909	1.08854
NAN1	11	1.70	10.00	7.4909	2.48574
NAN2	11	38.20	40.70	39.4182	.77694
LPU1	11	3.50	11.00	9.5273	2.12419
LPU2	11	37.60	41.10	39.8364	1.14915
LPA1	11	3.70	11.80	9.5545	2.24827
LPA2	11	39.90	41.80	40.7091	.60076
PHR1	11	5.00	12.50	10.5727	2.18453
PHR2	11	38.40	40.80	39.3455	.68317
UTT1	11	8.20	15.40	12.9909	2.04571
UTT2	11	38.10	40.40	39.2727	.66346
SKT1	11	7.60	13.90	12.0636	1.83808
SKT2	11	38.10	41.00	39.6455	.82385
PIJ1	11	.00	15.00	12.0727	4.30653
PIJ2	11	.00	38.60	34.4182	11.42837
TAK1	11	.80	8.40	5.9273	2.27995
TAK2	11	39.40	42.70	40.9182	1.07686
PIL1	11	8.90	14.60	12.6818	1.70928
PIL2	11	37.70	39.80	38.5727	.69870
PEB1	11	5.50	13.40	10.7000	2.20182
PEB2	11	38.50	40.60	39.3909	.75027
KPP1	11	8.20	15.40	13.2364	2.01805
KPP2	11	38.20	40.30	38.9727	.55514
Valid N (listwise)	11				

```
DESCRIPTIVES VARIABLES=CR1 MHS1 PY1 CM1 NAN1 LPU1 LPA1 PHR1 UTT1 SKT1 PIJ1
TAK1 PIL1 PEB1 KPP1
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.
```

Descriptives

[DataSet1] G:\Tops at Curtin\TRF-Tops\North-Thailand Temp\Temp_Superpave\Temp10yrs.sav

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
CR1	11	1.50	10.40	8.0182	2.32027
MHS1	11	3.40	10.20	8.4909	1.84578
PY1	11	2.50	11.00	8.5909	2.35561
CM1	11	3.80	11.90	8.5455	2.65796
NAN1	11	1.70	10.00	7.4909	2.48574
LPU1	11	3.50	11.00	9.5273	2.12419
LPA1	11	3.70	11.80	9.5545	2.24827
PHR1	11	5.00	12.50	10.5727	2.18453
UTT1	11	8.20	15.40	12.9909	2.04571
SKT1	11	7.60	13.90	12.0636	1.83808
PIJ1	11	.00	15.00	12.0727	4.30653
TAK1	11	.80	8.40	5.9273	2.27995
PIL1	11	8.90	14.60	12.6818	1.70928
PEB1	11	5.50	13.40	10.7000	2.20182
KPP1	11	8.20	15.40	13.2364	2.01805
Valid N (listwise)	11				

```
EXAMINE VARIABLES=CR1 MHS1 PY1 CM1 NAN1 LPU1 LPA1 PHR1 UTT1 SKT1 PIJ1 TAK1
PIL1 PEB1 KPP1
/PLOT BOXPLOT STEMLEAF
/COMPARE GROUPS
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.
```

Explore

[DataSet1] G:\Tops at Curtin\TRF-Tops\North-Thailand Temp\Temp_Superpave\Temp10yrs.sav

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
CR1	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
MHS1	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
PY1	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
CM1	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
NAN1	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
LPU1	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
LPA1	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
PHR1	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
UTT1	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
SKT1	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
PIJ1	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
TAK1	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
PIL1	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
PEB1	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
KPP1	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%

Descriptives

			Statistic	Std. Error
CR1	Mean		8.0182	.69959
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	6.4594	
		Upper Bound	9.5770	
	5% Trimmed Mean		8.2480	
	Median		8.7000	
	Variance		5.384	
	Std. Deviation		2.32027	
	Minimum		1.50	
	Maximum		10.40	
	Range		8.90	
	Interquartile Range		1.50	
	Skewness		-2.521	.661
	Kurtosis		7.500	1.279
MHS1	Mean		8.4909	.55652
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	7.2509	
		Upper Bound	9.7309	
	5% Trimmed Mean		8.6788	
	Median		8.7000	
	Variance		3.407	
	Std. Deviation		1.84578	
	Minimum		3.40	
	Maximum		10.20	
	Range		6.80	
	Interquartile Range		1.30	
	Skewness		-2.342	.661
	Kurtosis		6.736	1.279

Descriptives

			Statistic	Std. Error
PY1	Mean		8.5909	.71024
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	7.0084	
		Upper Bound	10.1734	
	5% Trimmed Mean		8.7955	
	Median		9.4000	
	Variance		5.549	
	Std. Deviation		2.35561	
	Minimum		2.50	
	Maximum		11.00	
	Range		8.50	
	Interquartile Range		2.10	
	Skewness		-1.918	.661
	Kurtosis		4.423	1.279
CM1	Mean		8.5455	.80140
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	6.7598	
		Upper Bound	10.3311	
	5% Trimmed Mean		8.6227	
	Median		8.2000	
	Variance		7.065	
	Std. Deviation		2.65796	
	Minimum		3.80	
	Maximum		11.90	
	Range		8.10	
	Interquartile Range		4.70	
	Skewness		-.438	.661
	Kurtosis		-.830	1.279

Descriptives

			Statistic	Std. Error
NAN1	Mean		7.4909	.74948
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	5.8210	
		Upper Bound	9.1609	
	5% Trimmed Mean		7.6732	
	Median		8.9000	
	Variance		6.179	
	Std. Deviation		2.48574	
	Minimum		1.70	
	Maximum		10.00	
	Range		8.30	
	Interquartile Range		3.00	
	Skewness		-1.264	.661
	Kurtosis		1.769	1.279
LPU1	Mean		9.5273	.64047
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	8.1002	
		Upper Bound	10.9543	
	5% Trimmed Mean		9.7803	
	Median		10.0000	
	Variance		4.512	
	Std. Deviation		2.12419	
	Minimum		3.50	
	Maximum		11.00	
	Range		7.50	
	Interquartile Range		1.60	
	Skewness		-2.661	.661
	Kurtosis		7.850	1.279

Descriptives

			Statistic	Std. Error
LPA1	Mean		9.5545	.67788
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	8.0441	
		Upper Bound	11.0650	
	5% Trimmed Mean		9.7551	
	Median		10.3000	
	Variance		5.055	
	Std. Deviation		2.24827	
	Minimum		3.70	
	Maximum		11.80	
	Range		8.10	
	Interquartile Range		2.30	
	Skewness		-1.948	.661
	Kurtosis		4.634	1.279
PHR1	Mean		10.5727	.65866
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	9.1051	
		Upper Bound	12.0403	
	5% Trimmed Mean		10.7753	
	Median		11.5000	
	Variance		4.772	
	Std. Deviation		2.18453	
	Minimum		5.00	
	Maximum		12.50	
	Range		7.50	
	Interquartile Range		2.60	
	Skewness		-1.825	.661
	Kurtosis		3.936	1.279

Descriptives

			Statistic	Std. Error
UTT1	Mean		12.9909	.61680
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	11.6166	
		Upper Bound	14.3652	
	5% Trimmed Mean		13.1232	
	Median		13.3000	
	Variance		4.185	
	Std. Deviation		2.04571	
	Minimum		8.20	
	Maximum		15.40	
	Range		7.20	
	Interquartile Range		2.20	
	Skewness		-1.314	.661
	Kurtosis		2.167	1.279
SKT1	Mean		12.0636	.55420
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	10.8288	
		Upper Bound	13.2985	
	5% Trimmed Mean		12.2096	
	Median		12.0000	
	Variance		3.379	
	Std. Deviation		1.83808	
	Minimum		7.60	
	Maximum		13.90	
	Range		6.30	
	Interquartile Range		2.60	
	Skewness		-1.413	.661
	Kurtosis		2.778	1.279

Descriptives

			Statistic	Std. Error
PIJ1	Mean		12.0727	1.29847
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	9.1796	
		Upper Bound	14.9659	
	5% Trimmed Mean		12.5808	
	Median		13.4000	
	Variance		18.546	
	Std. Deviation		4.30653	
	Minimum		.00	
	Maximum		15.00	
	Range		15.00	
	Interquartile Range		3.10	
	Skewness		-2.580	.661
	Kurtosis		7.289	1.279
TAK1	Mean		5.9273	.68743
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4.3956	
		Upper Bound	7.4590	
	5% Trimmed Mean		6.0747	
	Median		7.0000	
	Variance		5.198	
	Std. Deviation		2.27995	
	Minimum		.80	
	Maximum		8.40	
	Range		7.60	
	Interquartile Range		2.90	
	Skewness		-1.225	.661
	Kurtosis		1.323	1.279

Descriptives

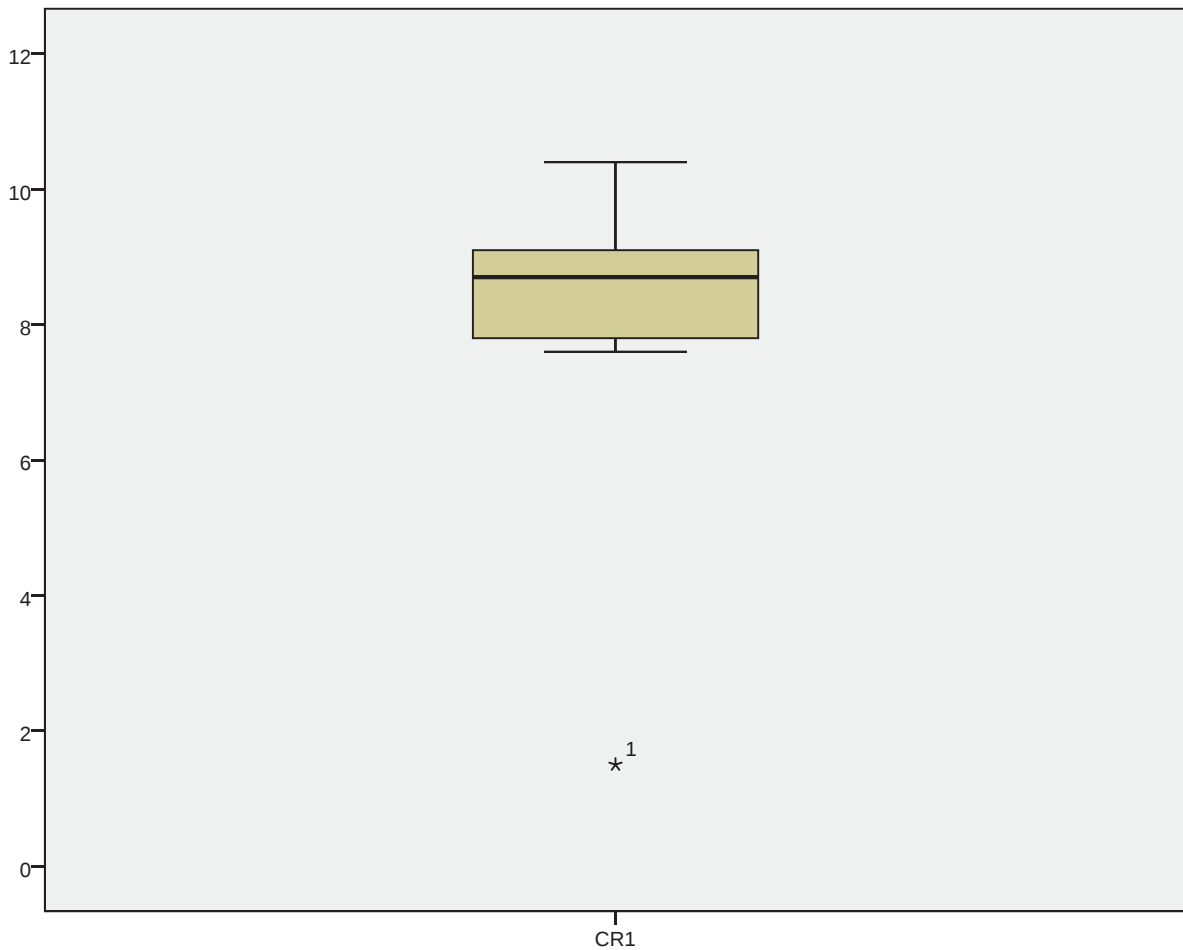
			Statistic	Std. Error
PIL1	Mean		12.6818	.51537
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	11.5335	
		Upper Bound	13.8301	
	5% Trimmed Mean		12.7854	
	Median		13.2000	
	Variance		2.922	
	Std. Deviation		1.70928	
	Minimum		8.90	
	Maximum		14.60	
	Range		5.70	
	Interquartile Range		1.90	
	Skewness		-1.292	.661
	Kurtosis		1.276	1.279
PEB1	Mean		10.7000	.66387
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	9.2208	
		Upper Bound	12.1792	
	5% Trimmed Mean		10.8389	
	Median		11.4000	
	Variance		4.848	
	Std. Deviation		2.20182	
	Minimum		5.50	
	Maximum		13.40	
	Range		7.90	
	Interquartile Range		2.70	
	Skewness		-1.361	.661
	Kurtosis		2.200	1.279
KPP1	Mean		13.2364	.60847
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	11.8806	
		Upper Bound	14.5921	
	5% Trimmed Mean		13.3960	
	Median		13.7000	
	Variance		4.073	
	Std. Deviation		2.01805	
	Minimum		8.20	
	Maximum		15.40	
	Range		7.20	
	Interquartile Range		2.20	
	Skewness		-1.677	.661
	Kurtosis		3.443	1.279

CR1

CR1 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	Extremes	(= ≤ 1.5)
2.00	7 .	66
4.00	8 .	0078
3.00	9 .	114
1.00	10 .	4

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

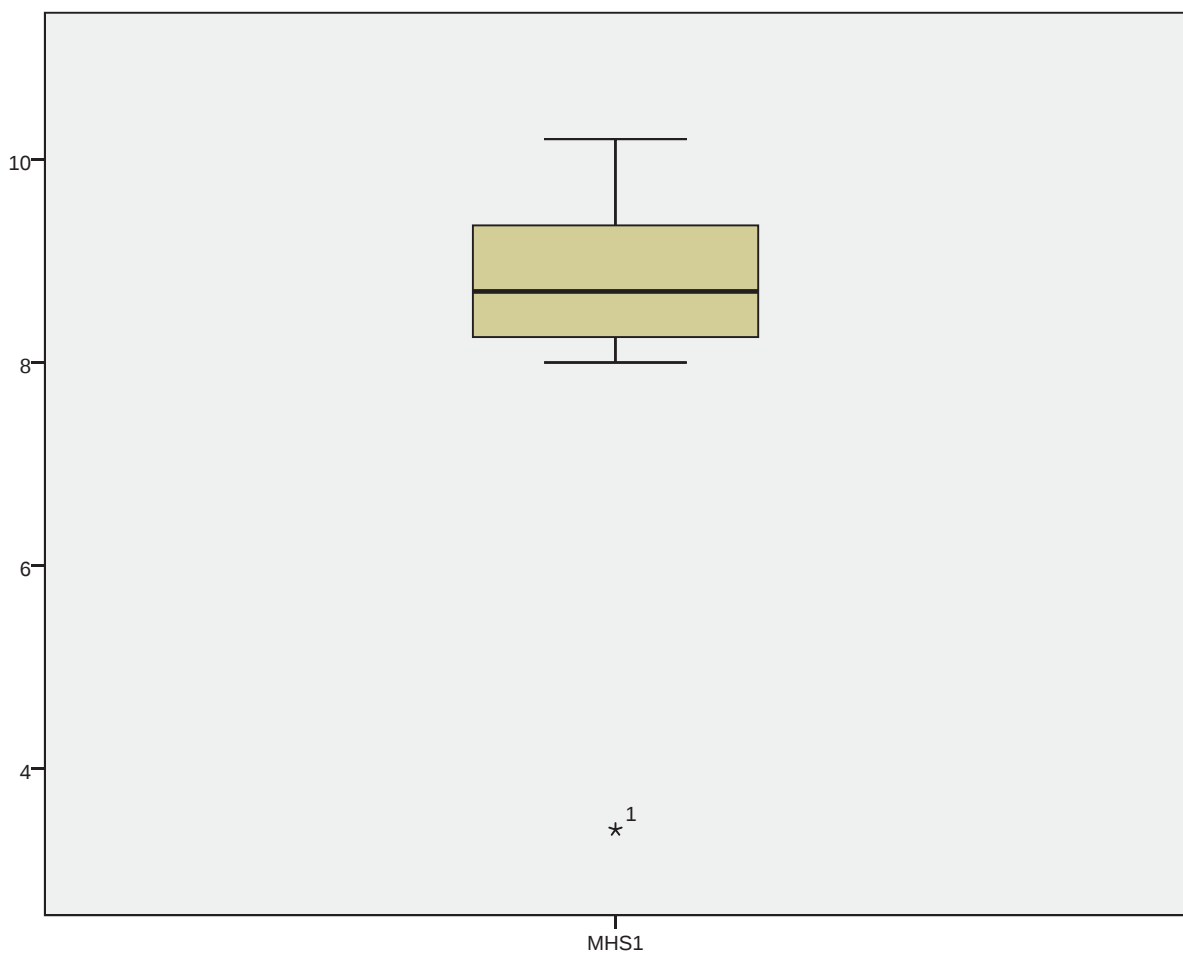


MHS1

MHS1 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	Extremes	(= ≤ 3.4)
3.00	8 .	023
2.00	8 .	67
2.00	9 .	12
1.00	9 .	5
2.00	10 .	22

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)



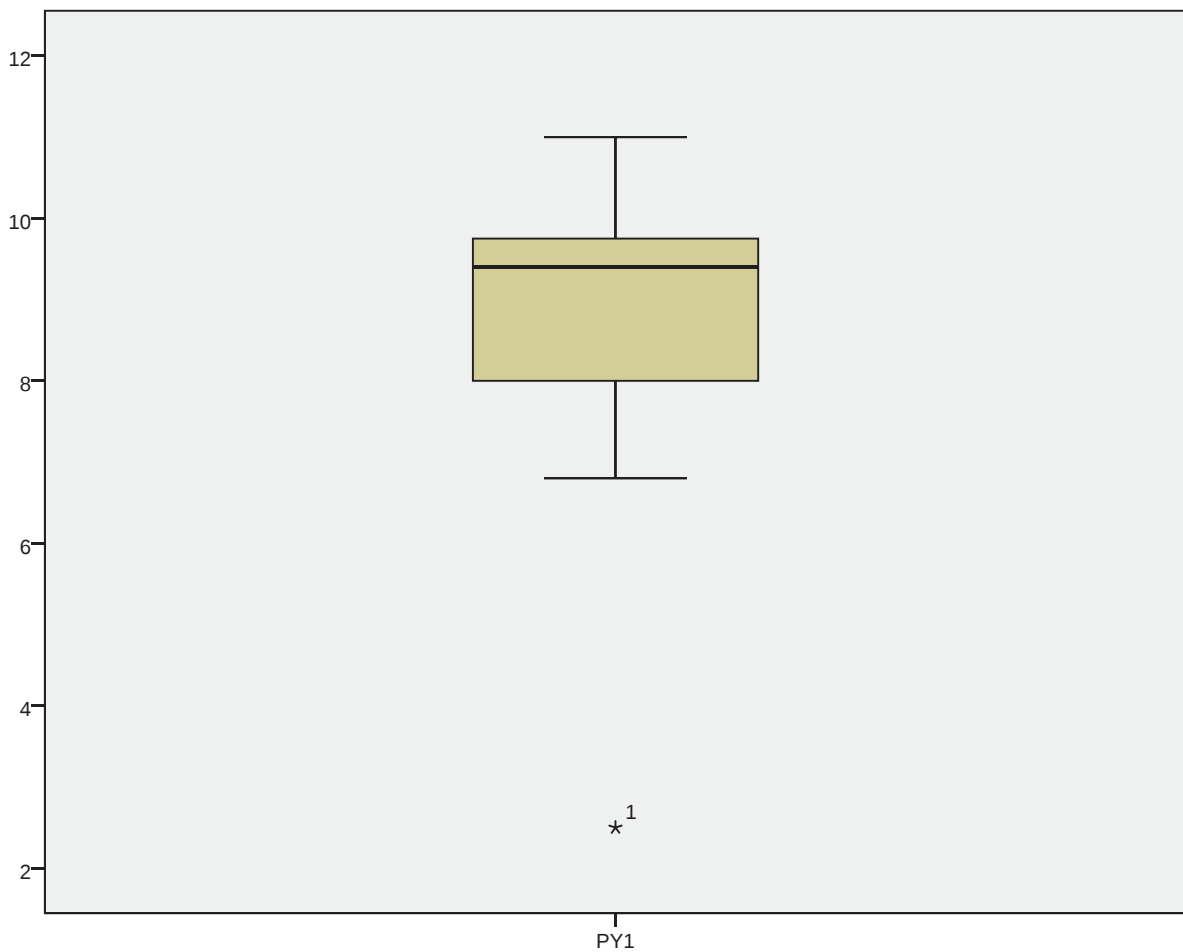
PY1

PY1 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	Extremes	(= ≤ 2.5)

1.00	6 . 8
1.00	7 . 9
1.00	8 . 1
4.00	9 . 3445
2.00	10 . 06
1.00	11 . 0

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

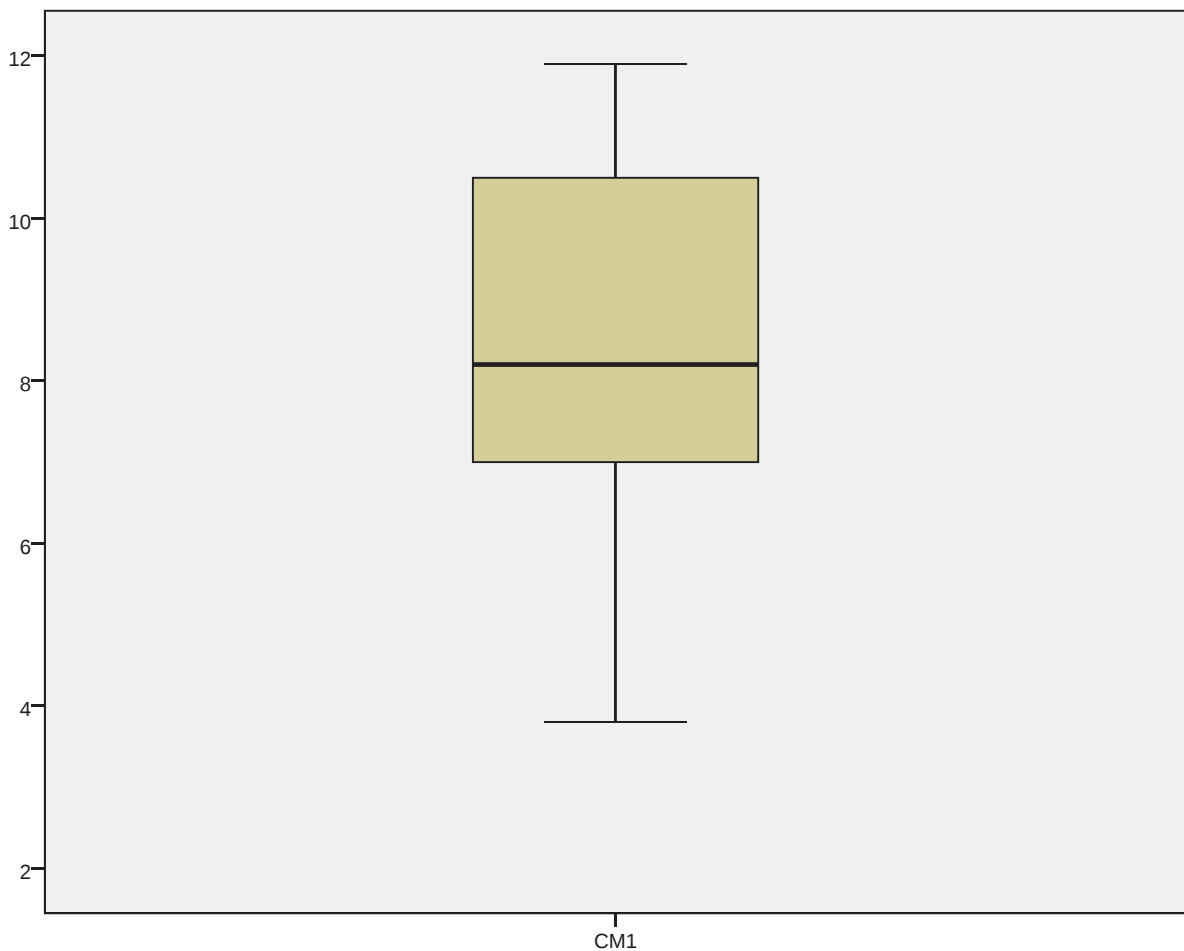


CM1

CM1 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem & Leaf
1.00	0 . 3
5.00	0 . 56888
5.00	1 . 00011

Stem width: 10.00
Each leaf: 1 case(s)

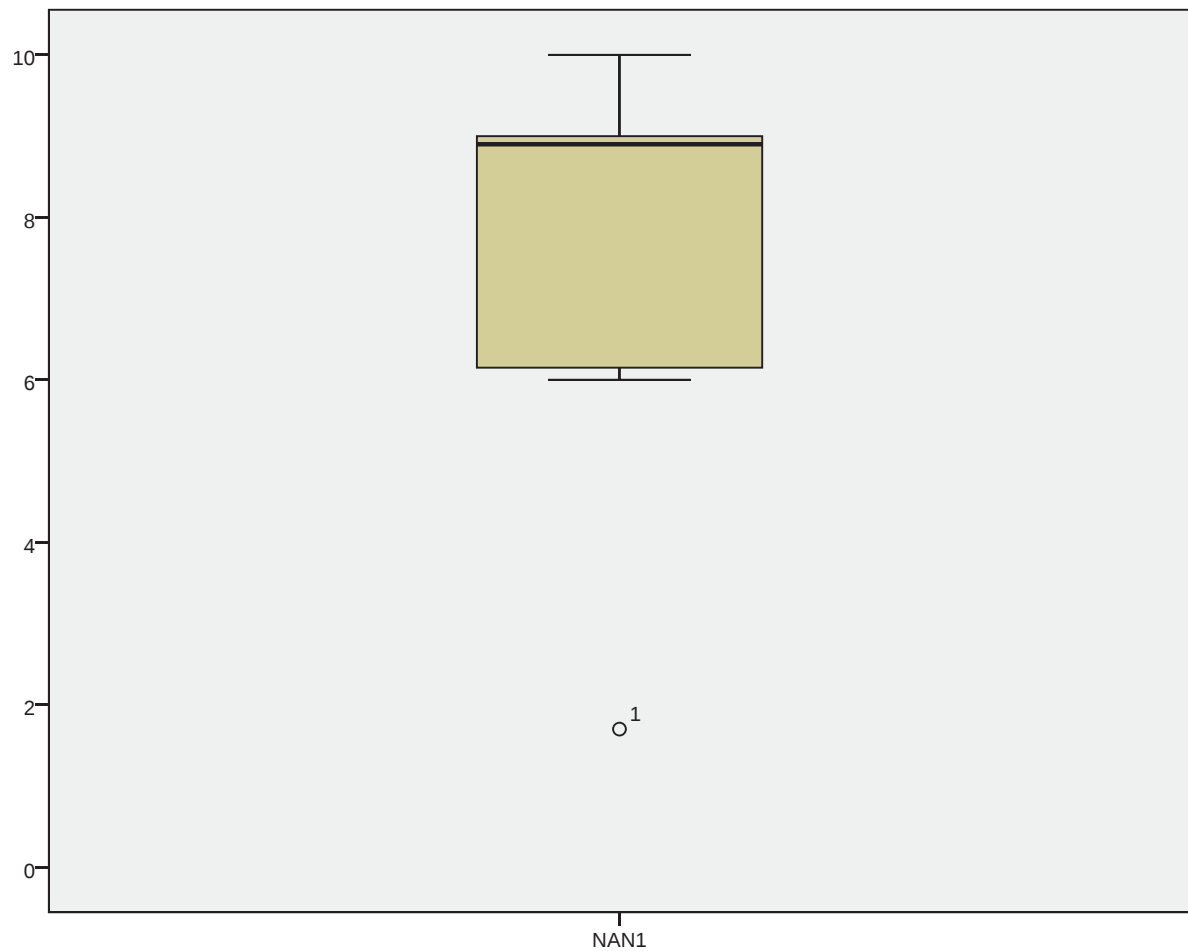


NAN1

NAN1 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem & Leaf
1.00	Extremes (= < 1.7)
4.00	6 . 0035
.00	7 .
1.00	8 . 9
3.00	9 . 000
2.00	10 . 00

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

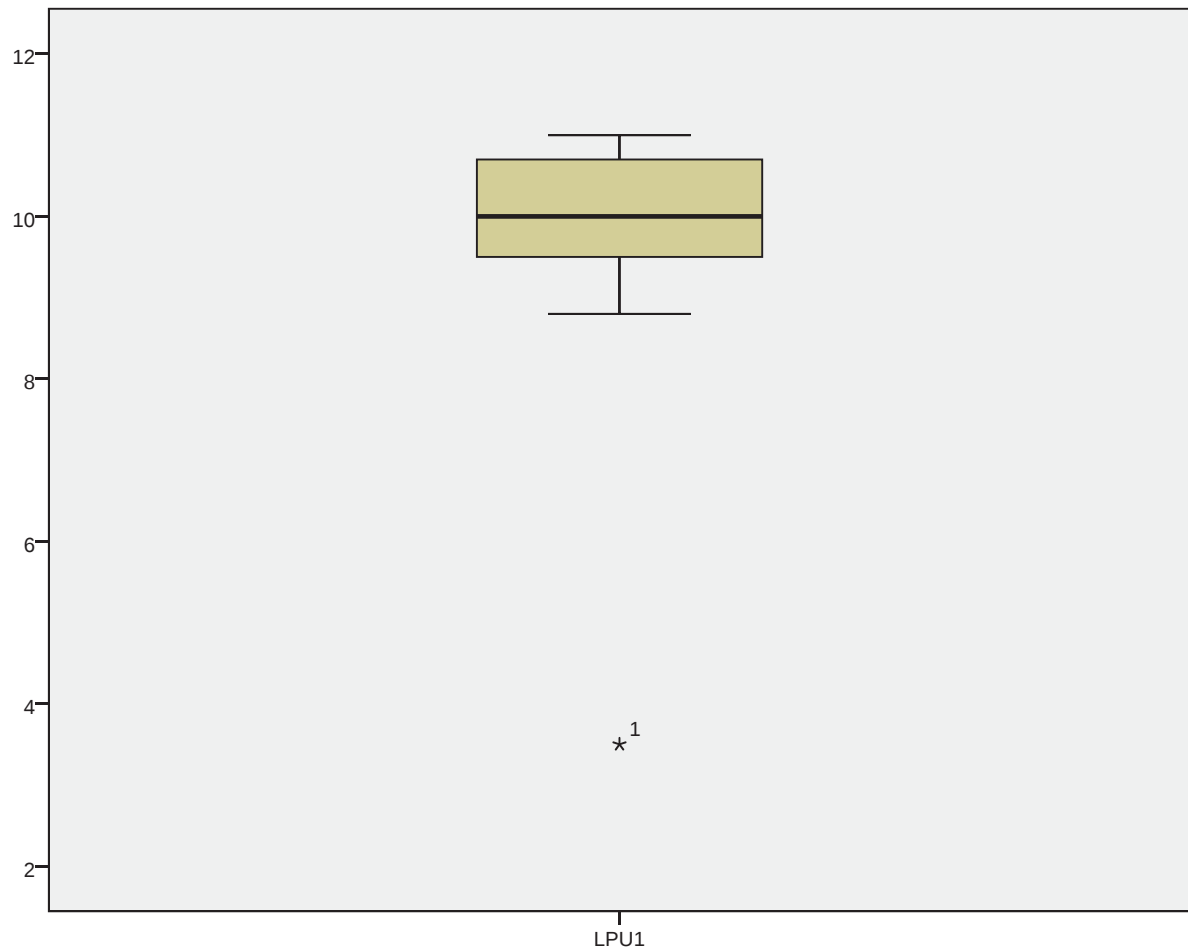


LPU1

LPU1 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	Extremes	(=<3.5)
1.00	8 .	8
3.00	9 .	377
4.00	10 .	0459
2.00	11 .	00

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

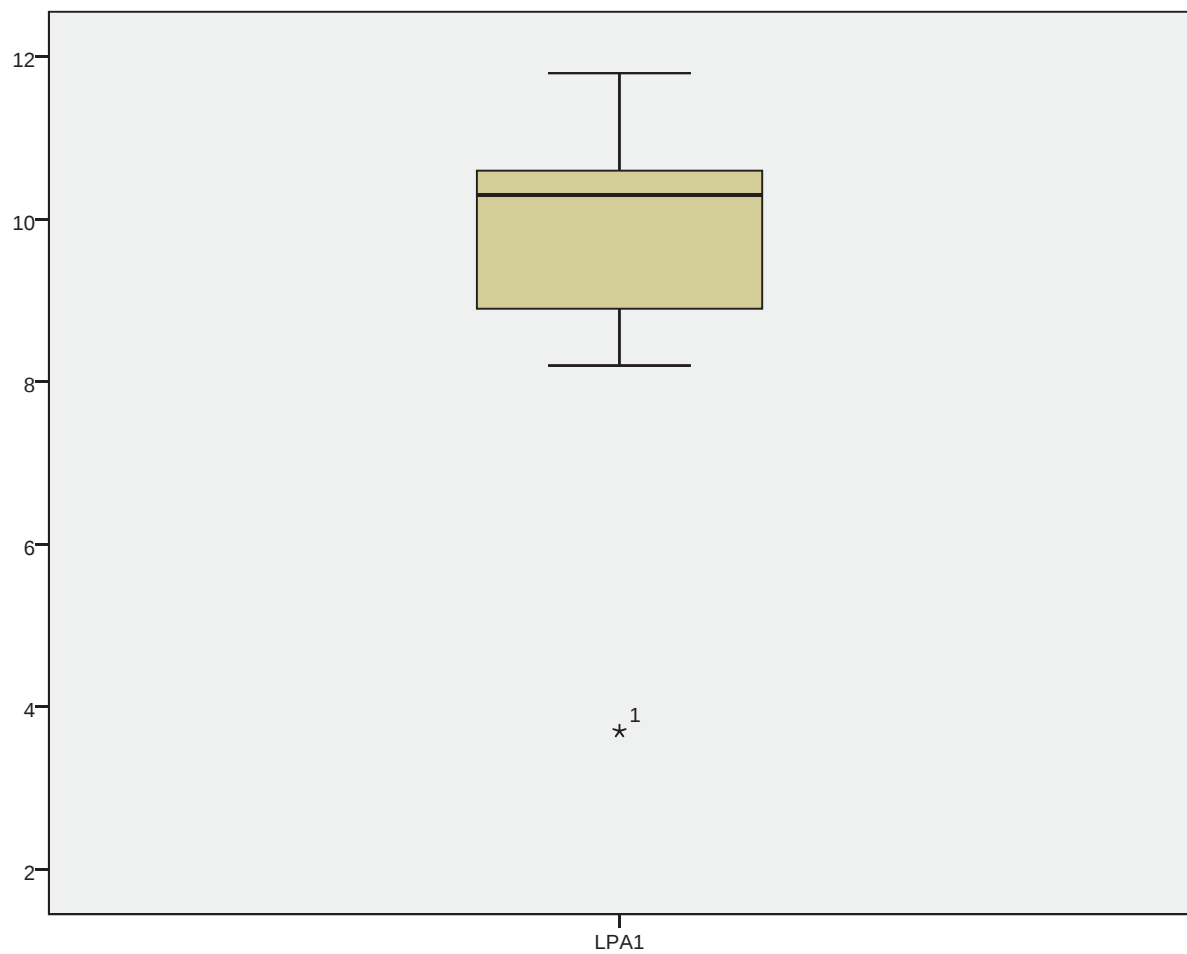


LPA1

LPA1 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	Extremes	(= ≤ 3.7)
2.00	8 .	24
1.00	9 .	4
5.00	10 .	03557
2.00	11 .	68

Stem width: 1.00
 Each leaf: 1 case(s)

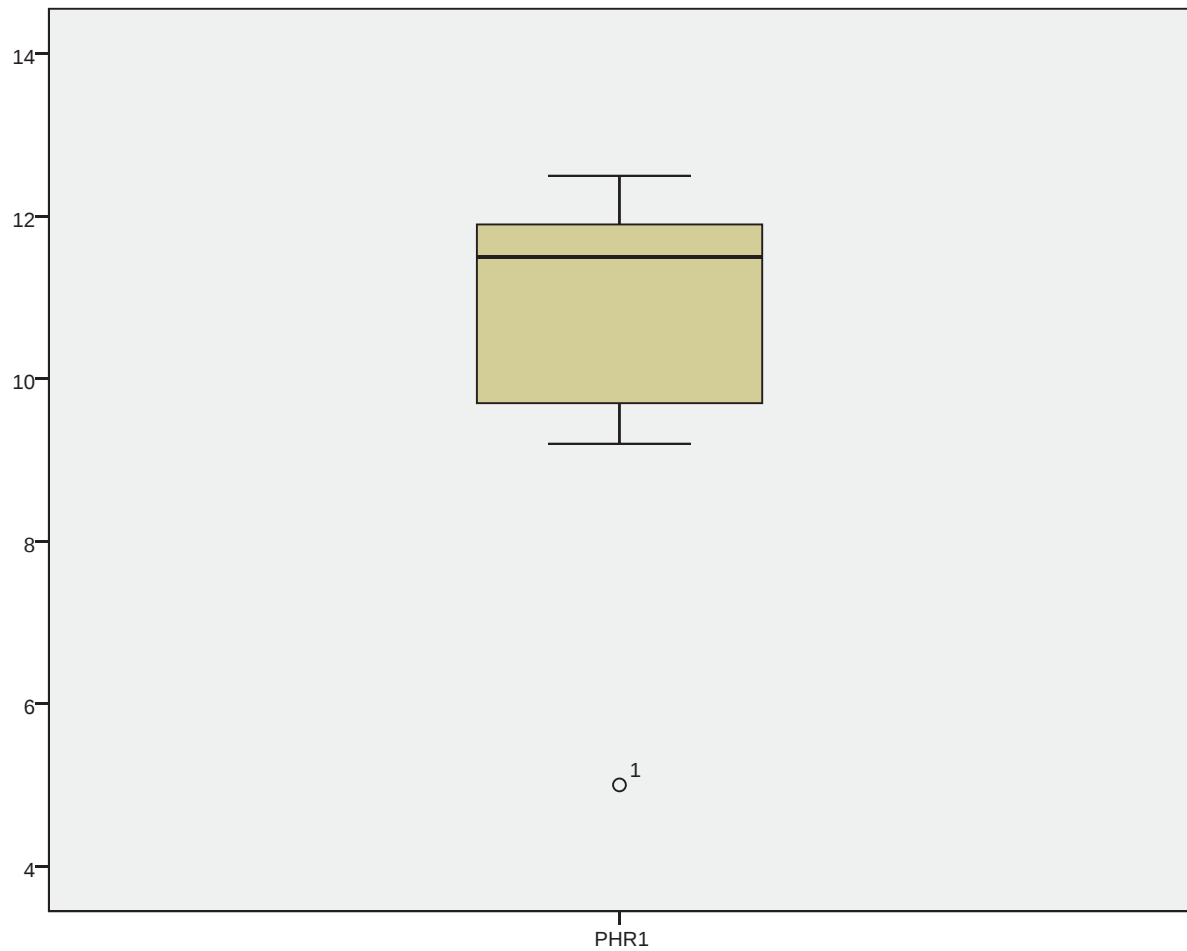


PHR1

PHR1 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	Extremes	(= ≤ 5.0)
3.00	9 .	259
1.00	10 .	7
3.00	11 .	577
3.00	12 .	155

Stem width: 1.00
 Each leaf: 1 case(s)

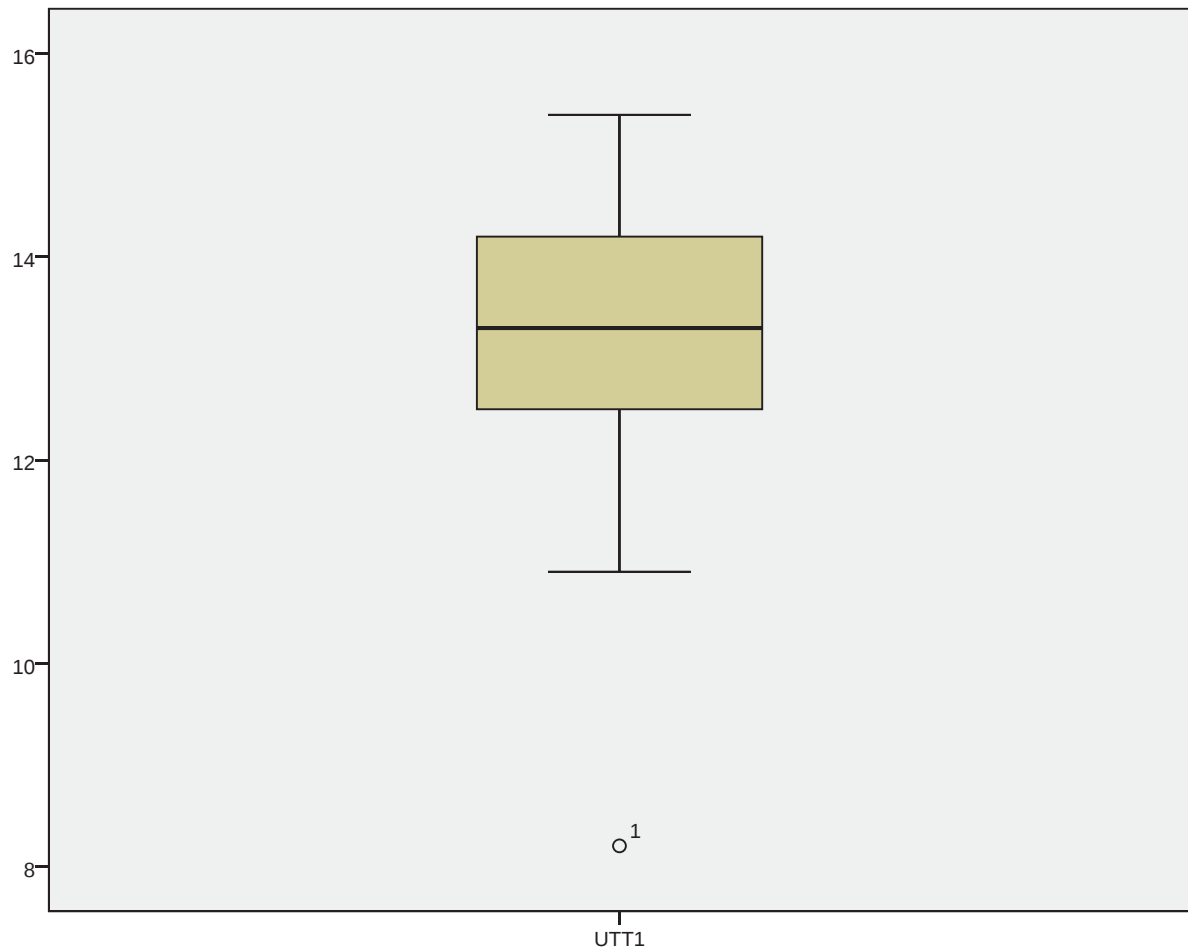


UTT1

UTT1 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	Extremes	(=<8.2)
1.00	10 .	9
.00	11 .	
3.00	12 .	289
2.00	13 .	37
2.00	14 .	04
2.00	15 .	14

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

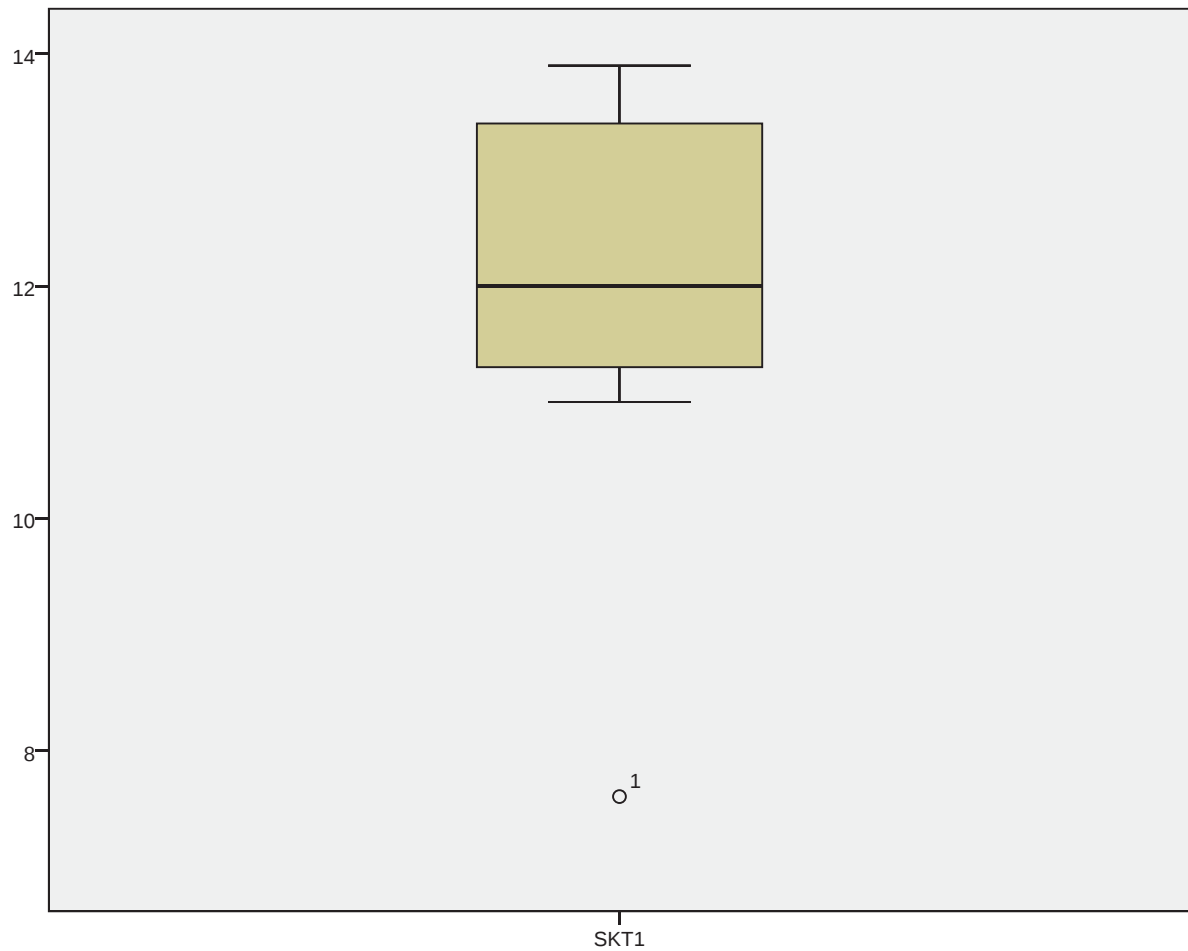


SKT1

SKT1 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	Extremes	(=<7.6)
3.00	11 .	024
1.00	11 .	9
1.00	12 .	0
.00	12 .	
2.00	13 .	00
3.00	13 .	899

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

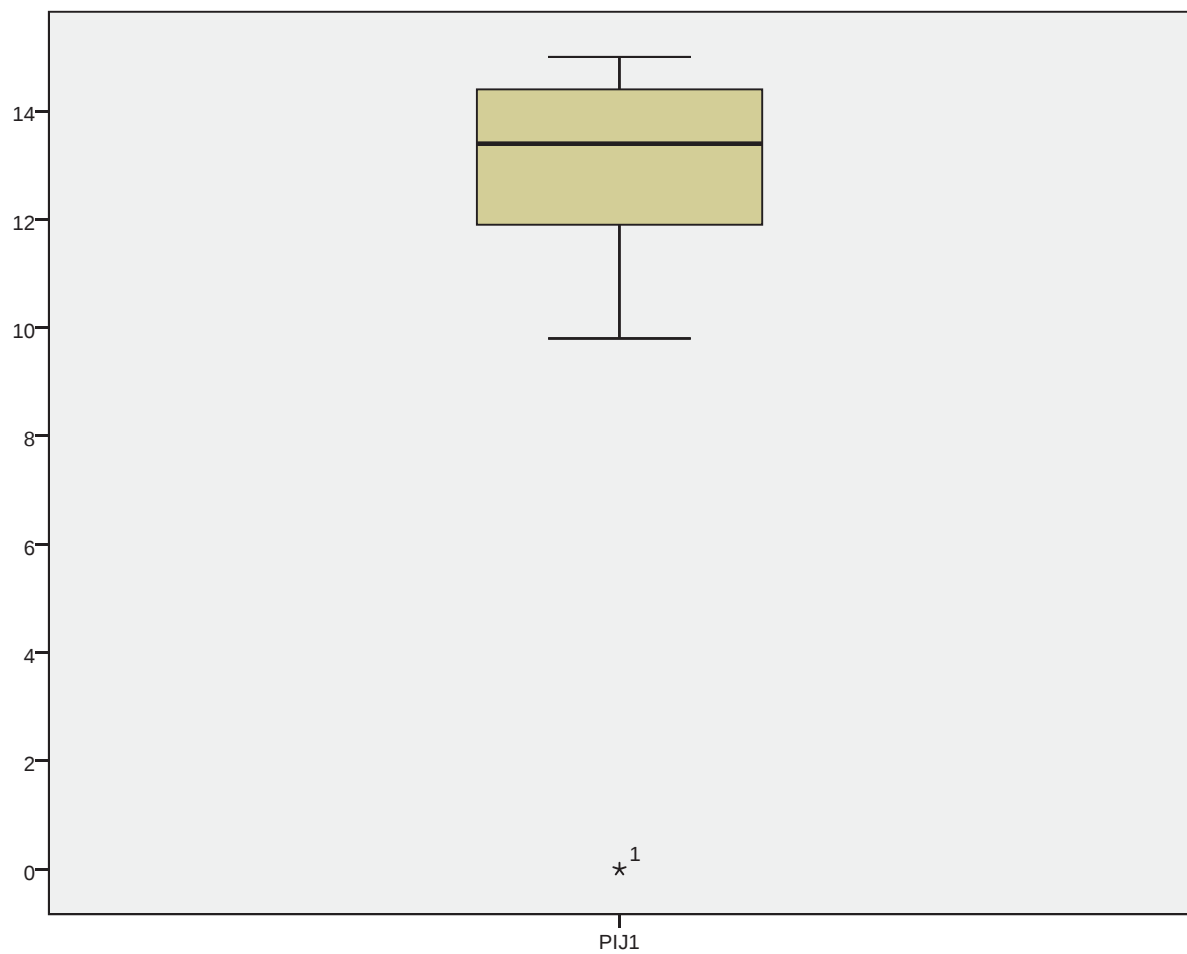


PIJ1

PIJ1 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	Extremes	(=<.0)
1.00	9 .	8
.00	10 .	
1.00	11 .	6
1.00	12 .	2
2.00	13 .	04
4.00	14 .	1179
1.00	15 .	0

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

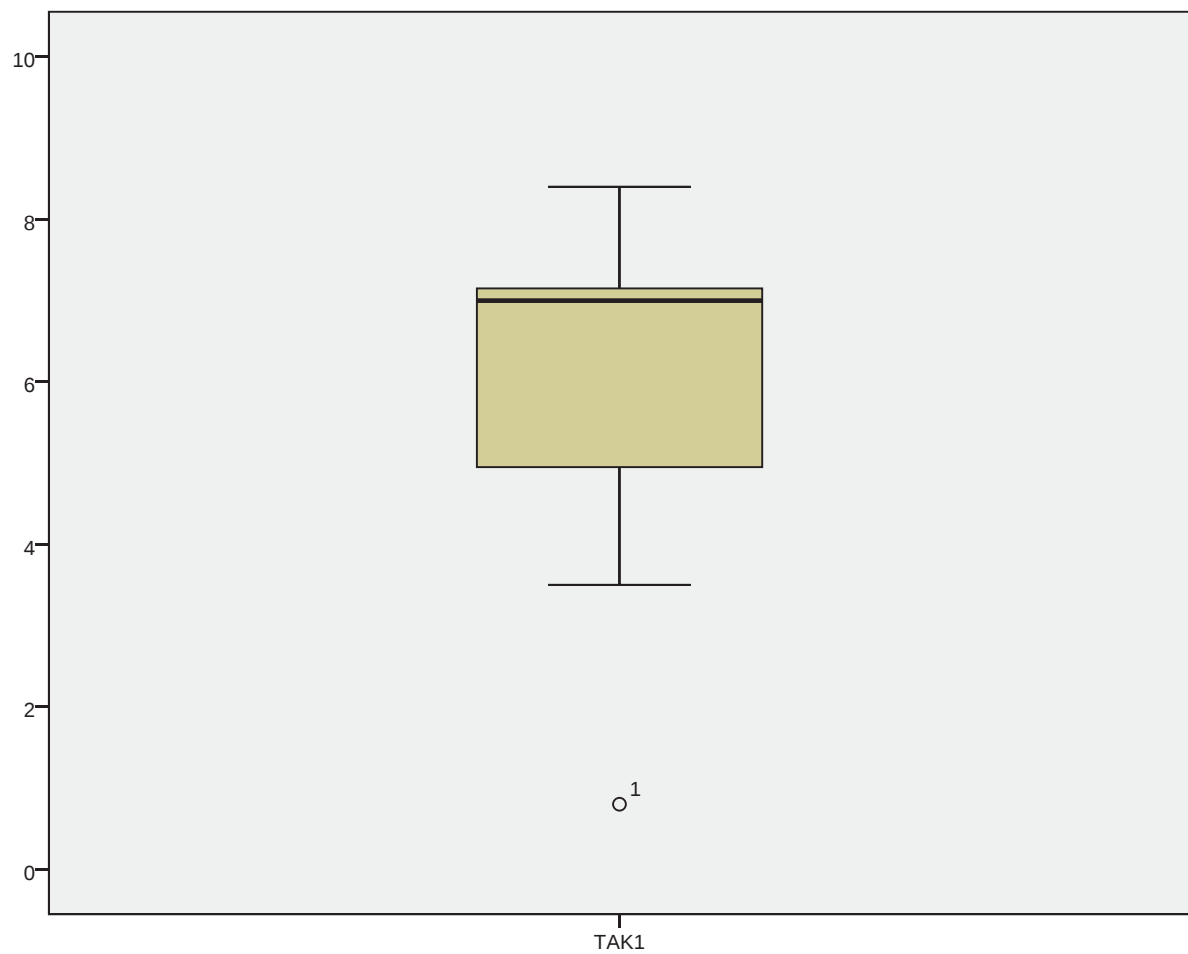


TAK1

TAK1 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	Extremes	(=<.8)
1.00	3 .	5
1.00	4 .	3
1.00	5 .	6
1.00	6 .	0
4.00	7 .	0012
2.00	8 .	34

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

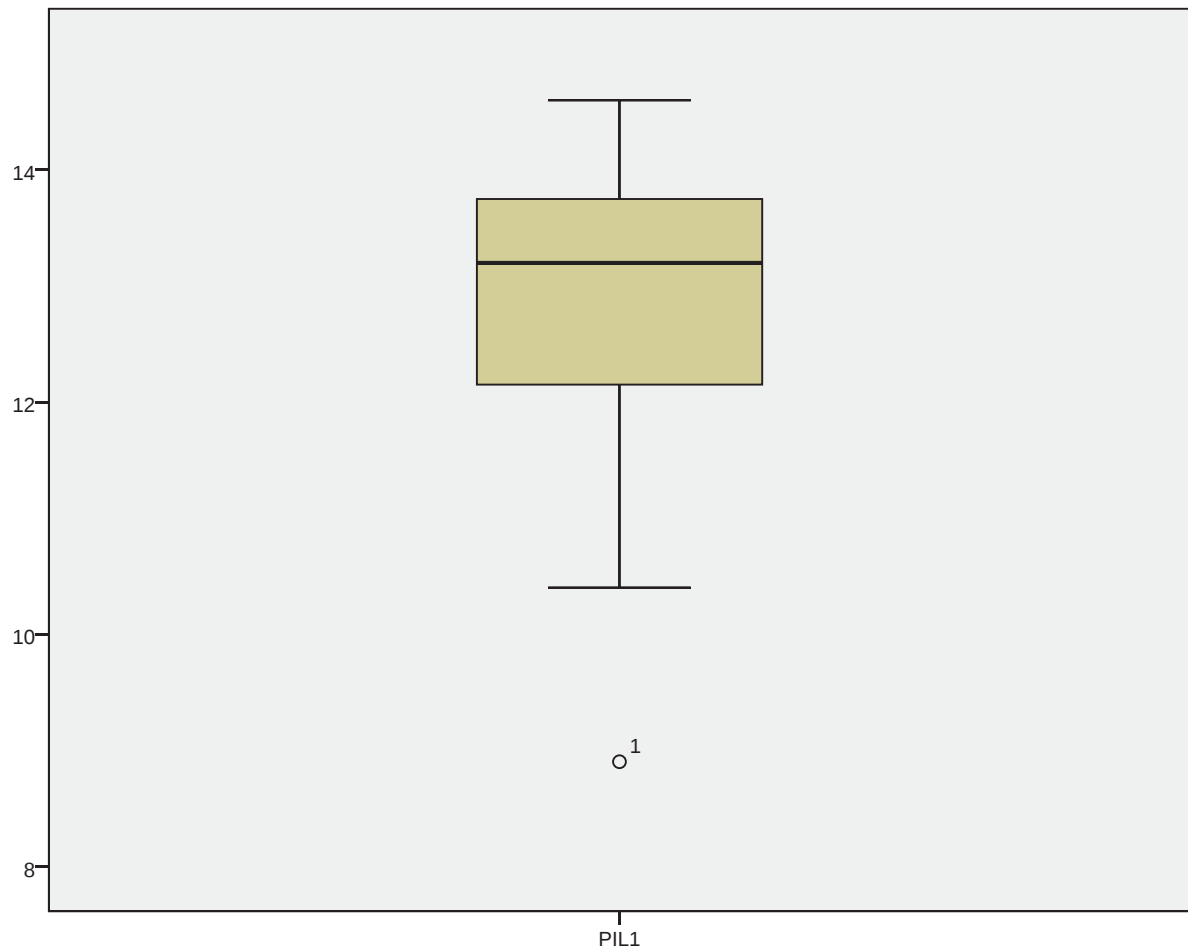


PIL1

PIL1 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	Extremes	(=<8.9)
1.00	10 .	4
.00	11 .	
2.00	12 .	12
4.00	13 .	0255
3.00	14 .	016

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

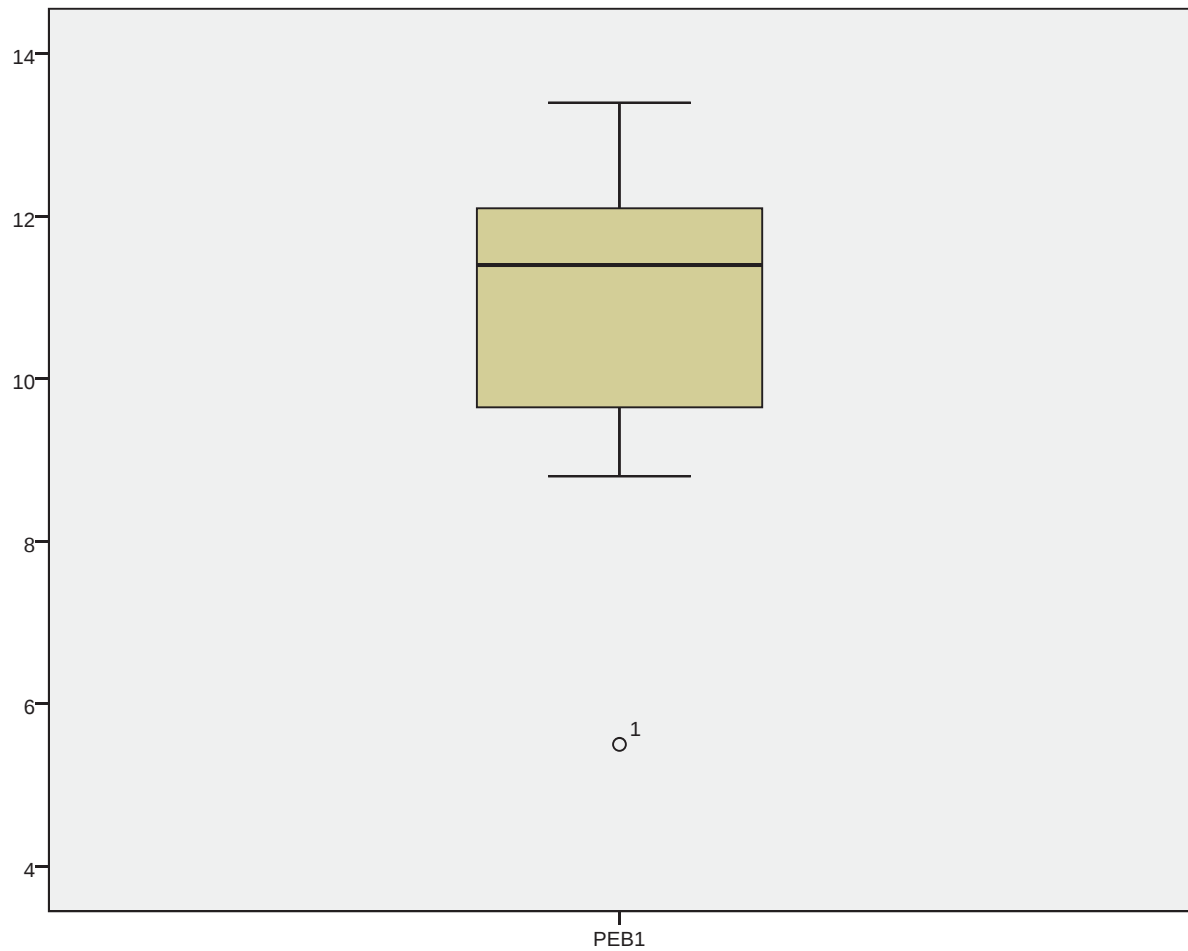


PEB1

PEB1 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	Extremes	(=<5.5)
1.00	8 .	8
2.00	9 .	58
.00	10 .	
3.00	11 .	048
3.00	12 .	023
1.00	13 .	4

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

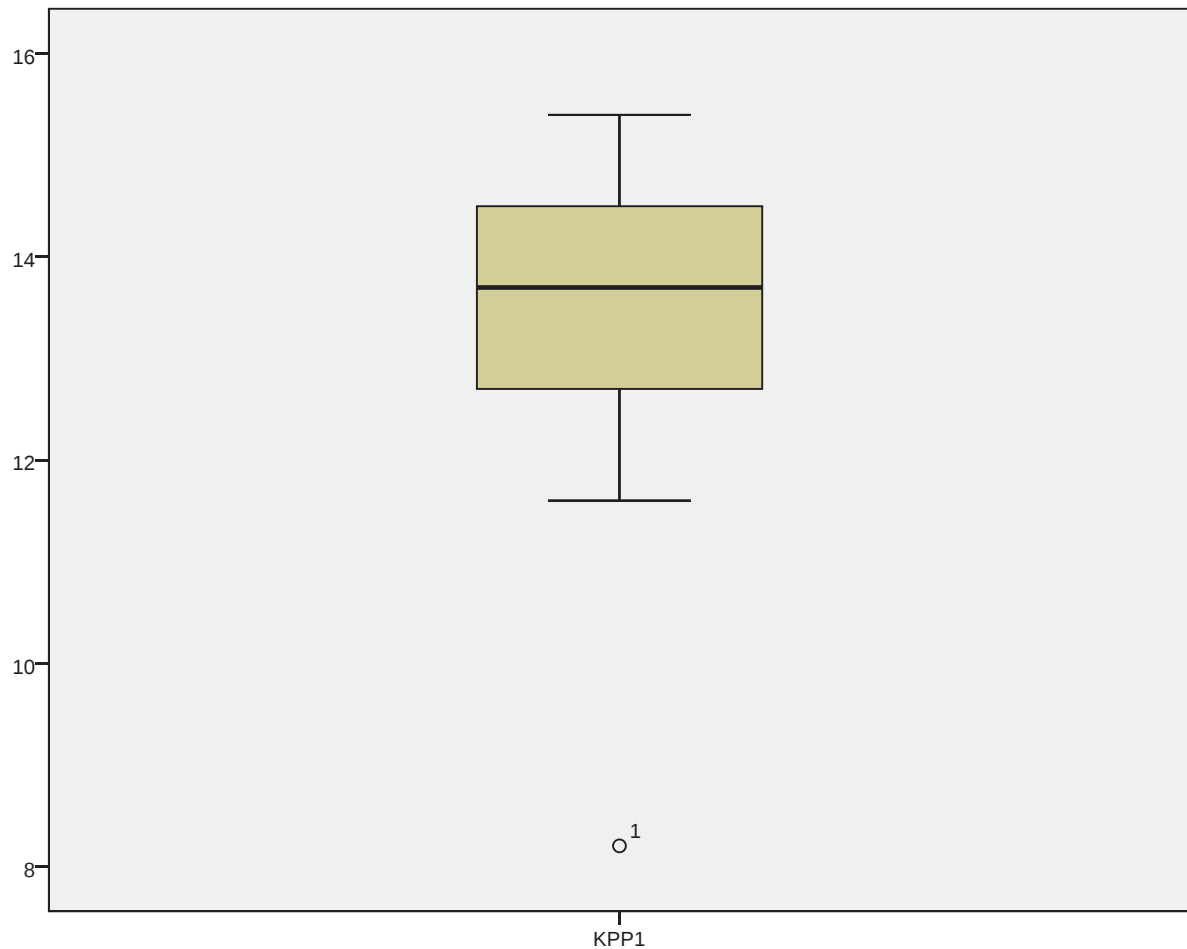


KPP1

KPP1 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	Extremes	(=<8.2)
1.00	11 .	6
1.00	12 .	3
3.00	13 .	137
3.00	14 .	055
2.00	15 .	04

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)



```

EXAMINE VARIABLES=CR2 MHS2 PY2 CM2 NAN2 LPU2 LPA2 PHR2 UTT2 SKT2 PIJ2 TAK2
PIL2 PEB2 KPP2
  /PLOT BOXPLOT STEMLEAF
  /COMPARE GROUPS
  /STATISTICS DESCRIPTIVES
  /CINTERVAL 95
  /MISSING LISTWISE
  /NOTOTAL.

```

Explore

[DataSet1] G:\Tops at Curtin\TRF-Tops\North-Thailand Temp\Temp_Superpave\Temp10yrs.sav

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
CR2	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
MHS2	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
PY2	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
CM2	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
NAN2	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
LPU2	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
LPA2	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
PHR2	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
UTT2	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
SKT2	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
PIJ2	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
TAK2	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
PIL2	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
PEB2	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%
KPP2	11	100.0%	0	.0%	11	100.0%

Descriptives

			Statistic	Std. Error
CR2	Mean		36.9545	.19742
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	36.5147	
		Upper Bound	37.3944	
	5% Trimmed Mean		36.9551	
	Median		36.9000	
	Variance		.429	
	Std. Deviation		.65477	
	Minimum		36.00	
	Maximum		37.90	
	Range		1.90	
	Interquartile Range		1.00	
	Skewness		-.087	.661
	Kurtosis		-1.520	1.279
MHS2	Mean		40.3909	.37428
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	39.5570	
		Upper Bound	41.2248	
	5% Trimmed Mean		40.4455	
	Median		40.4000	
	Variance		1.541	
	Std. Deviation		1.24133	
	Minimum		37.90	
	Maximum		41.90	
	Range		4.00	
	Interquartile Range		1.90	
	Skewness		-.851	.661
	Kurtosis		.009	1.279

Descriptives

			Statistic	Std. Error
PY2	Mean		37.9636	.21837
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	37.4771	
		Upper Bound	38.4502	
	5% Trimmed Mean		38.0096	
	Median		38.1000	
	Variance		.525	
	Std. Deviation		.72426	
	Minimum		36.40	
	Maximum		38.70	
	Range		2.30	
	Interquartile Range		1.00	
	Skewness		-.925	.661
	Kurtosis		.591	1.279
CM2	Mean		38.5909	.32821
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	37.8596	
		Upper Bound	39.3222	
	5% Trimmed Mean		38.6177	
	Median		39.0000	
	Variance		1.185	
	Std. Deviation		1.08854	
	Minimum		36.70	
	Maximum		40.00	
	Range		3.30	
	Interquartile Range		2.20	
	Skewness		-.711	.661
	Kurtosis		-.814	1.279

Descriptives

			Statistic	Std. Error
NAN2	Mean		39.4182	.23426
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	38.8962	
		Upper Bound	39.9401	
	5% Trimmed Mean		39.4146	
	Median		39.3000	
	Variance		.604	
	Std. Deviation		.77694	
	Minimum		38.20	
	Maximum		40.70	
	Range		2.50	
	Interquartile Range		1.40	
	Skewness		.146	.661
	Kurtosis		-.947	1.279
LPU2	Mean		39.8364	.34648
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	39.0644	
		Upper Bound	40.6084	
	5% Trimmed Mean		39.8904	
	Median		39.5000	
	Variance		1.321	
	Std. Deviation		1.14915	
	Minimum		37.60	
	Maximum		41.10	
	Range		3.50	
	Interquartile Range		1.60	
	Skewness		-.637	.661
	Kurtosis		-.284	1.279

Descriptives

			Statistic	Std. Error
LPA2	Mean		40.7091	.18114
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	40.3055	
		Upper Bound	41.1127	
	5% Trimmed Mean		40.6934	
	Median		40.5000	
	Variance		.361	
	Std. Deviation		.60076	
	Minimum		39.90	
	Maximum		41.80	
	Range		1.90	
	Interquartile Range		1.10	
	Skewness		.571	.661
	Kurtosis		-.811	1.279
PHR2	Mean		39.3455	.20598
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	38.8865	
		Upper Bound	39.8044	
	5% Trimmed Mean		39.3172	
	Median		39.3000	
	Variance		.467	
	Std. Deviation		.68317	
	Minimum		38.40	
	Maximum		40.80	
	Range		2.40	
	Interquartile Range		.30	
	Skewness		1.216	.661
	Kurtosis		1.406	1.279

Descriptives

			Statistic	Std. Error
UTT2	Mean		39.2727	.20004
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	38.8270	
		Upper Bound	39.7184	
	5% Trimmed Mean		39.2753	
	Median		39.5000	
	Variance		.440	
	Std. Deviation		.66346	
	Minimum		38.10	
	Maximum		40.40	
	Range		2.30	
	Interquartile Range		.90	
	Skewness		-.310	.661
	Kurtosis		-.122	1.279
SKT2	Mean		39.6455	.24840
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	39.0920	
		Upper Bound	40.1989	
	5% Trimmed Mean		39.6561	
	Median		39.7000	
	Variance		.679	
	Std. Deviation		.82385	
	Minimum		38.10	
	Maximum		41.00	
	Range		2.90	
	Interquartile Range		1.40	
	Skewness		-.289	.661
	Kurtosis		-.081	1.279

Descriptives

			Statistic	Std. Error
PIJ2	Mean		34.4182	3.44578
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	26.7405	
		Upper Bound	42.0959	
	5% Trimmed Mean		36.0980	
	Median		38.0000	
	Variance		130.608	
	Std. Deviation		11.42837	
	Minimum		.00	
	Maximum		38.60	
	Range		38.60	
	Interquartile Range		1.40	
	Skewness		-3.303	.661
	Kurtosis		10.933	1.279
TAK2	Mean		40.9182	.32469
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	40.1947	
		Upper Bound	41.6416	
	5% Trimmed Mean		40.9035	
	Median		40.9000	
	Variance		1.160	
	Std. Deviation		1.07686	
	Minimum		39.40	
	Maximum		42.70	
	Range		3.30	
	Interquartile Range		1.80	
	Skewness		.235	.661
	Kurtosis		-.675	1.279

Descriptives

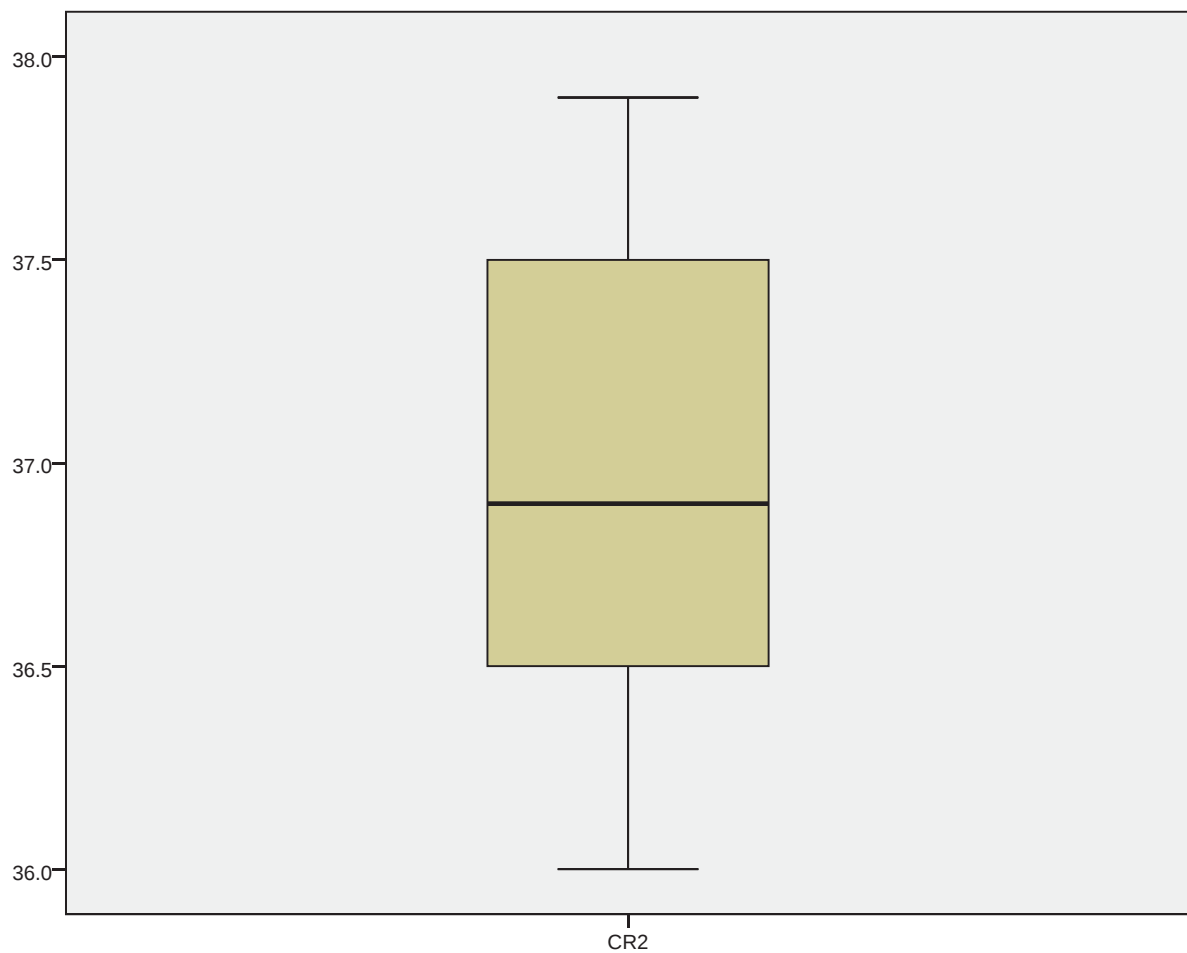
			Statistic	Std. Error
PIL2	Mean		38.5727	.21067
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	38.1033	
		Upper Bound	39.0421	
	5% Trimmed Mean		38.5530	
	Median		38.4000	
	Variance		.488	
	Std. Deviation		.69870	
	Minimum		37.70	
	Maximum		39.80	
	Range		2.10	
	Interquartile Range		1.30	
	Skewness		.462	.661
	Kurtosis		-1.153	1.279
PEB2	Mean		39.3909	.22622
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	38.8869	
		Upper Bound	39.8949	
	5% Trimmed Mean		39.3732	
	Median		39.2000	
	Variance		.563	
	Std. Deviation		.75027	
	Minimum		38.50	
	Maximum		40.60	
	Range		2.10	
	Interquartile Range		1.40	
	Skewness		.362	.661
	Kurtosis		-1.575	1.279
KPP2	Mean		38.9727	.16738
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	38.5998	
		Upper Bound	39.3457	
	5% Trimmed Mean		38.9419	
	Median		38.9000	
	Variance		.308	
	Std. Deviation		.55514	
	Minimum		38.20	
	Maximum		40.30	
	Range		2.10	
	Interquartile Range		.70	
	Skewness		1.224	.661
	Kurtosis		2.741	1.279

CR2

CR2 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
2.00	36 .	01
4.00	36 .	5569
1.00	37 .	4
4.00	37 .	5569

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)



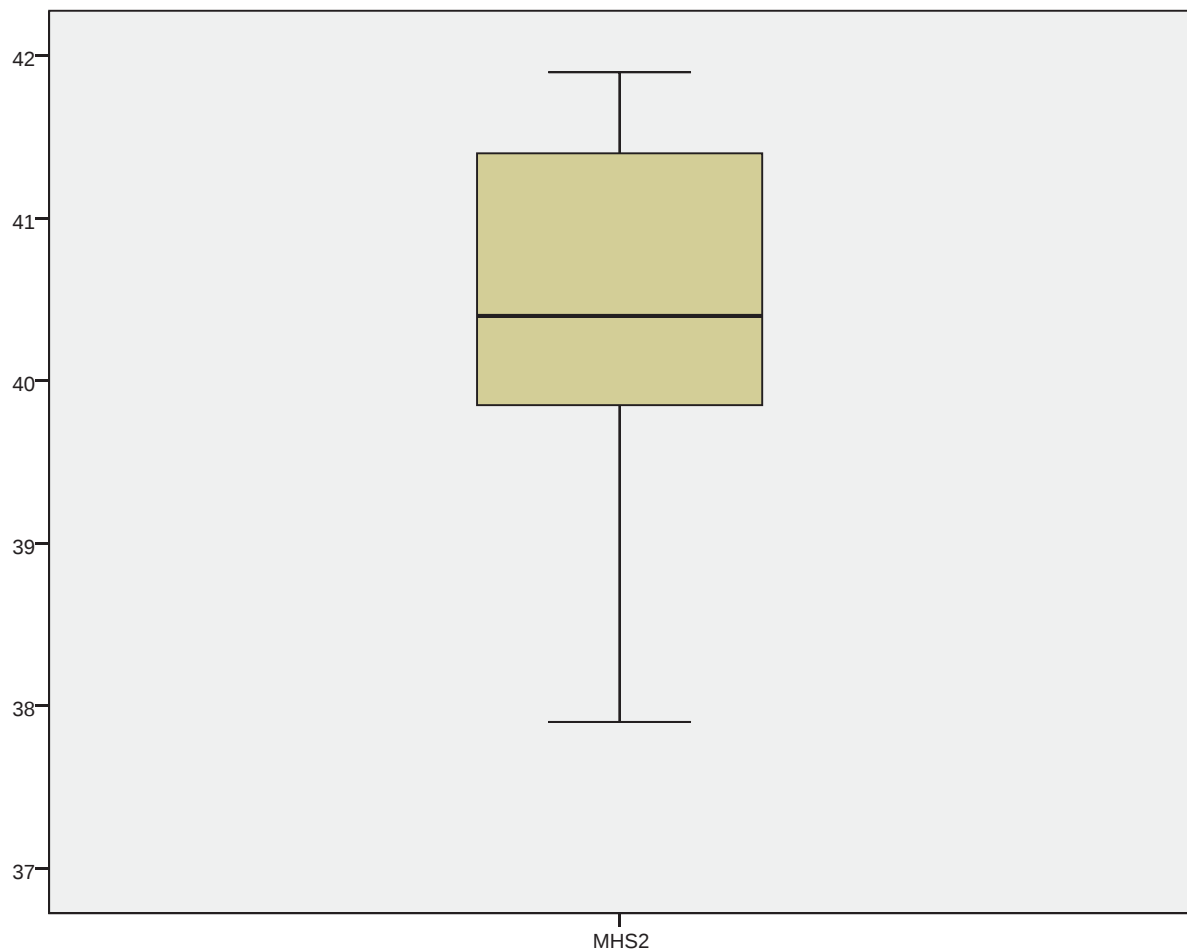
MHS2

MHS2 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
-----------	--------	------

1.00	37 .	9
1.00	38 .	8
1.00	39 .	5
3.00	40 .	234
5.00	41 .	14449

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)



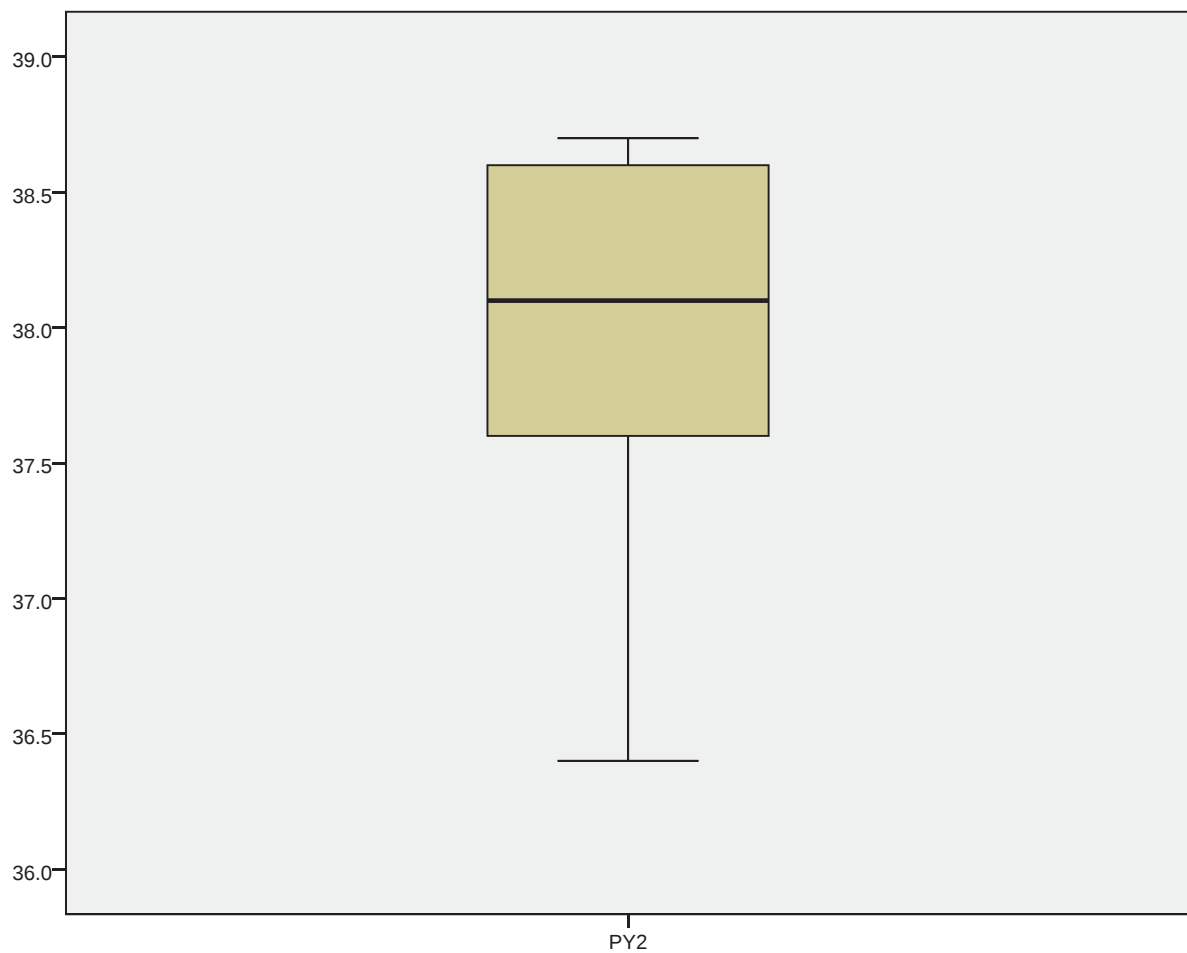
PY2

PY2 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	36 .	4
.00	36 .	
1.00	37 .	3

3.00	37 . 667
2.00	38 . 13
4.00	38 . 6677

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

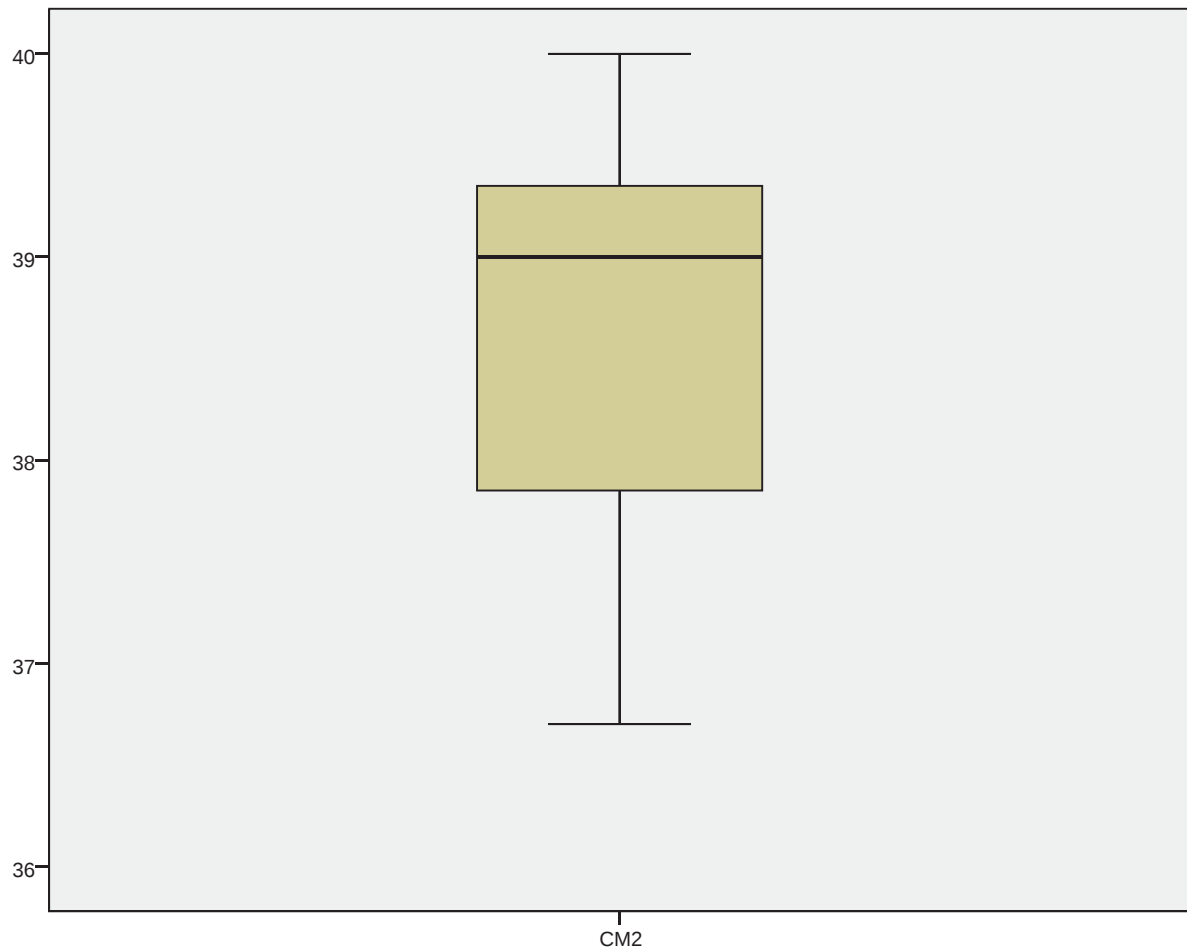


CM2

CM2 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem & Leaf
1.00	36 . 7
2.00	37 . 22
2.00	38 . 56
5.00	39 . 01345
1.00	40 . 0

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

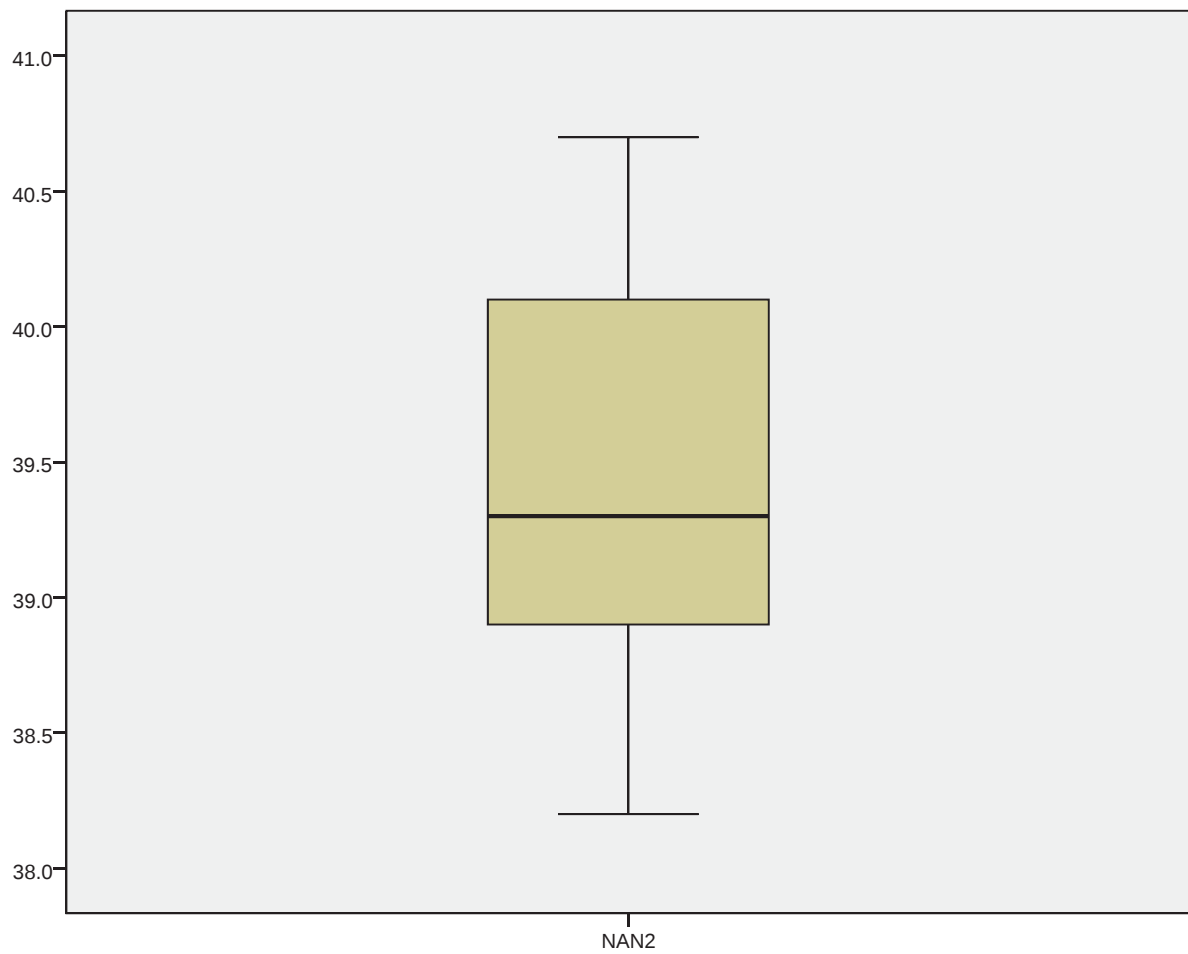


NAN2

NAN2 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem & Leaf
1.00	38 . 2
2.00	38 . 68
3.00	39 . 013
1.00	39 . 5
3.00	40 . 022
1.00	40 . 7

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

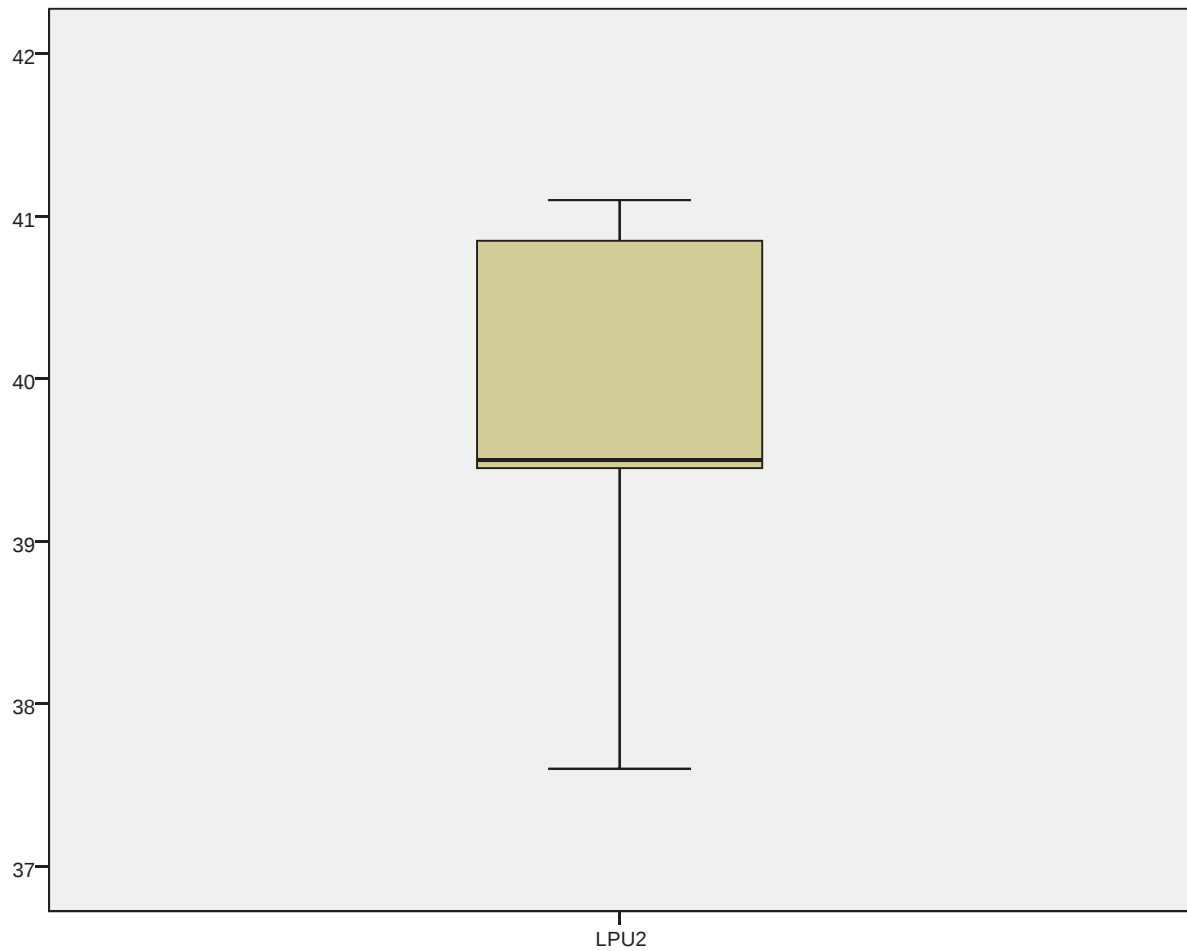


LPU2

LPU2 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem & Leaf
1.00	37 . 6
1.00	38 . 4
4.00	39 . 4555
2.00	40 . 47
3.00	41 . 011

Stem width: 1.00
 Each leaf: 1 case(s)

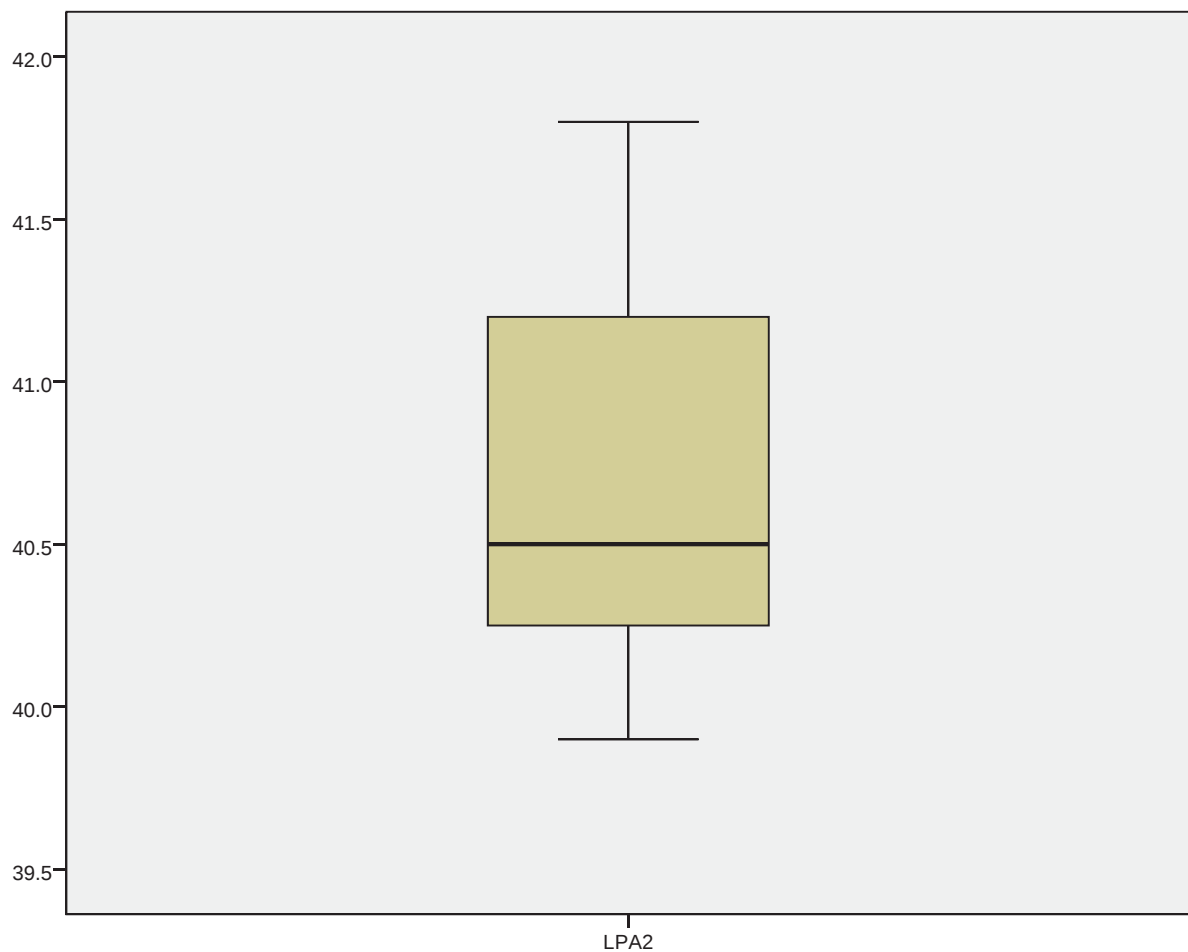


LPA2

LPA2 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	39 .	9
3.00	40 .	223
3.00	40 .	556
3.00	41 .	134
1.00	41 .	8

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

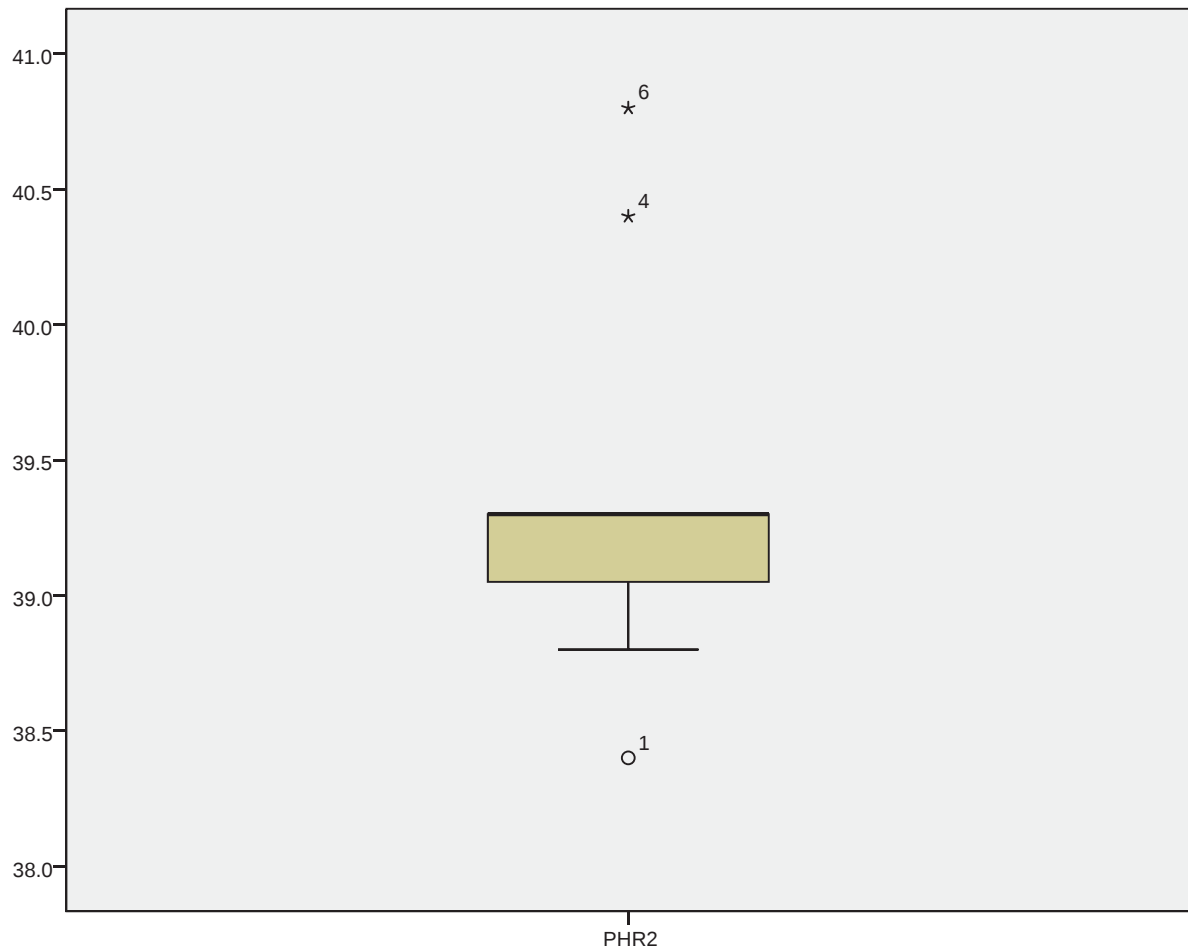


PHR2

PHR2 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	Extremes	(= $\leq$ 38.40)
1.00	388	. 0
.00	389	.
1.00	390	. 0
2.00	391	. 00
.00	392	.
4.00	393	. 0000
2.00	Extremes	($\geq$ 40.40)

Stem width: .10
 Each leaf: 1 case(s)

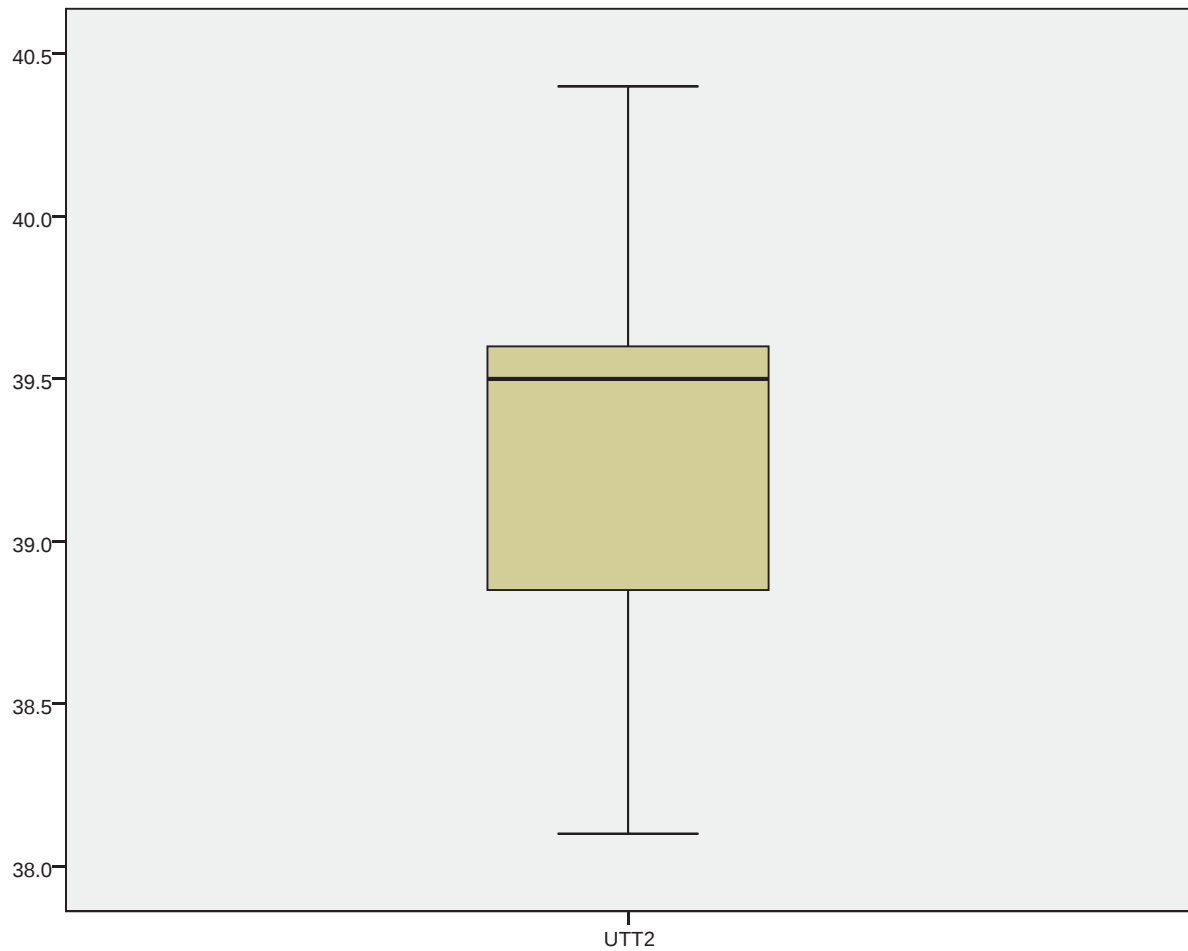


UTT2

UTT2 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
2.00	38 .	14
2.00	38 .	89
1.00	39 .	4
5.00	39 .	55578
1.00	40 .	4

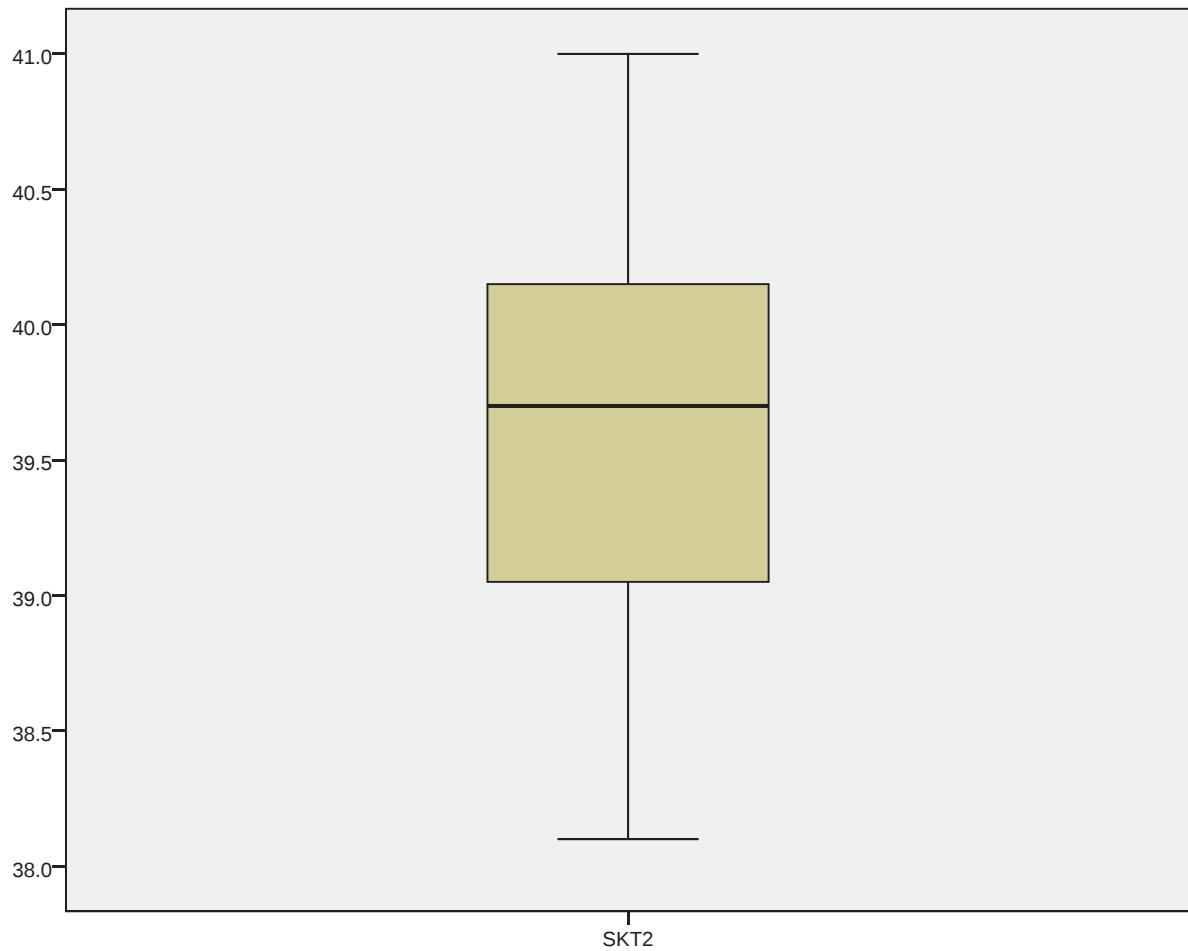
Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)



SKT2

SKT2 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
3.00	38 .	199
3.00	39 .	267
4.00	40 .	0034
1.00	41 .	0
Stem width: 1.00		
Each leaf: 1 case(s)		

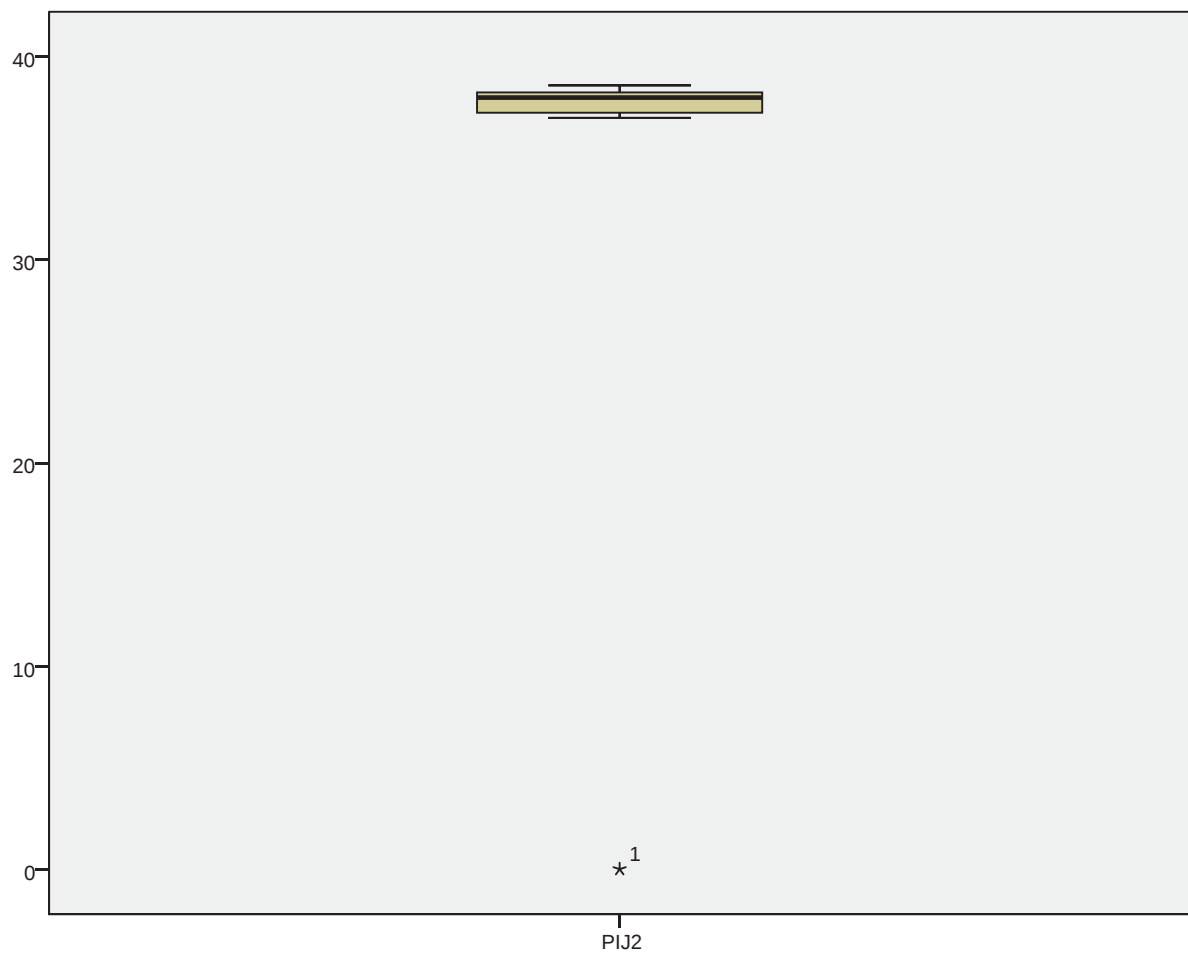


PIJ2

PIJ2 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem & Leaf
1.00	Extremes (= <.0)
2.00	37 . 00
2.00	37 . 55
5.00	38 . 01144
1.00	38 . 6

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

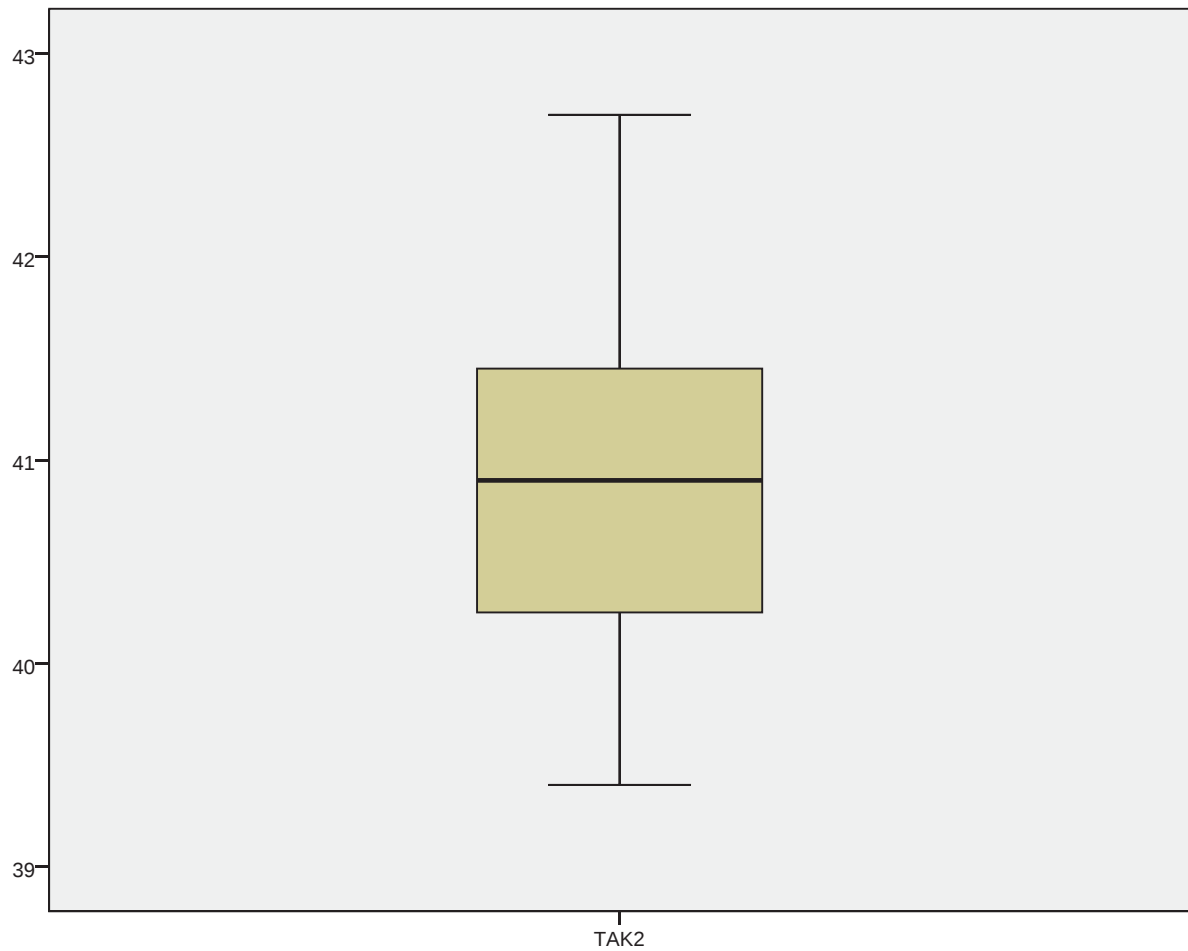


TAK2

TAK2 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem & Leaf
2.00	39 . 45
4.00	40 . 0579
3.00	41 . 118
2.00	42 . 47

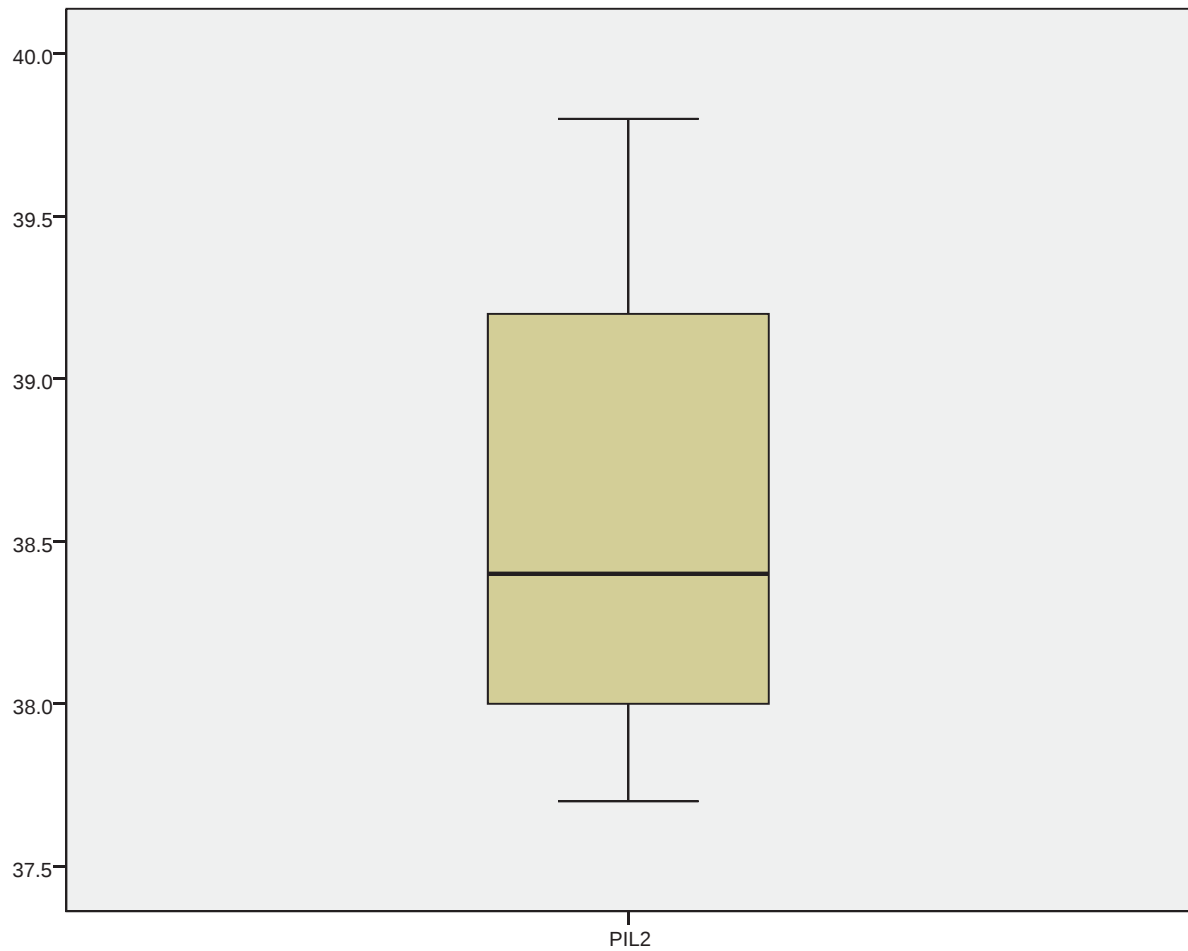
Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)



PIL2

PIL2 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
3.00	37 .	799
3.00	38 .	124
1.00	38 .	6
3.00	39 .	223
1.00	39 .	8
Stem width: 1.00		
Each leaf: 1 case(s)		

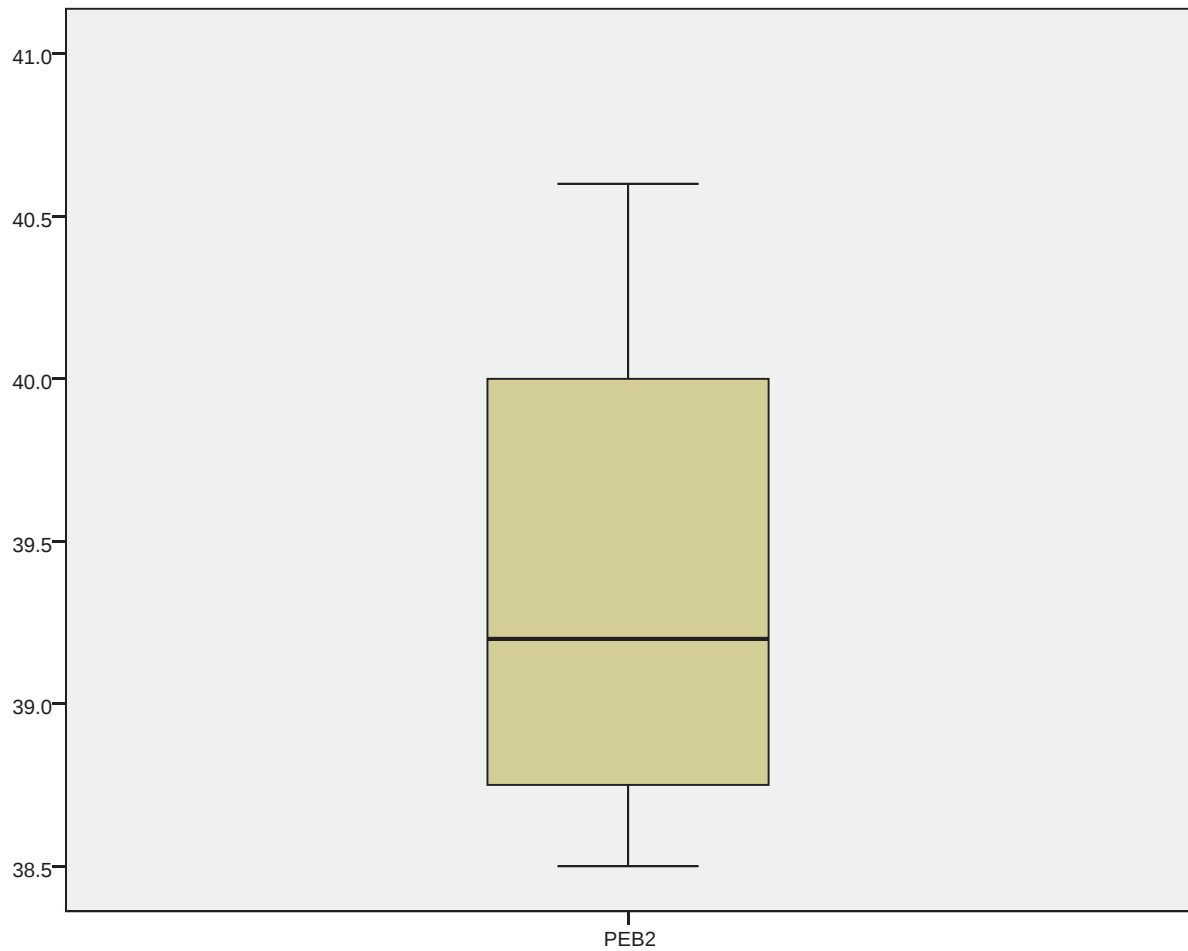


PEB2

PEB2 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
.00	38 .	
5.00	38 .	57788
1.00	39 .	2
2.00	39 .	79
2.00	40 .	13
1.00	40 .	6

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)



KPP2

KPP2 Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem &	Leaf
1.00	38 .	2
5.00	38 .	55889
4.00	39 .	0223
1.00	Extremes	(>=40.3)

Stem width: 1.00
Each leaf: 1 case(s)

