

การศึกษาลักษณะแปรผันรอบวันของทัศนวิสัยในประเทศไทยและความสัมพันธ์กับ ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา

ลัดดา ทะสะโล^{1,*}, ภัคพงศ์ พจนารถ²

^{1,2} คณะบริหารการพัฒนาสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

Received: 7 June 2022

Revised: 29 September 2022

Accepted: 6 October 2022

บทคัดย่อ

ทัศนวิสัยในการมองเห็นนับเป็นปัจจัยที่สำคัญในชีวิตประจำวัน และถือเป็นพารามิเตอร์มาตรฐานทางอุตุนิยมวิทยา ดังนั้นในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาลักษณะแปรผันรอบวัน (Diurnal Variation) ของทัศนวิสัยในประเทศไทยและความสัมพันธ์รอบวัน (Diurnal Correlation) ของทัศนวิสัยกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา และมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะแปรผันรอบวันของทัศนวิสัย และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา รวมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ที่มีผลต่อทัศนวิสัยในประเทศไทย โดยศึกษาจากข้อมูลหอดูดาวประกอบด้วยข้อมูลทัศนวิสัย ข้อมูลเมฆ ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ และข้อมูลปริมาณน้ำฝน ราย 3 ชั่วโมง ระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2552 – 2561) จำนวน 43 สถานี (ตัวแทนจากทุกภูมิภาคในประเทศไทย) และวิเคราะห์ข้อมูลหาความสัมพันธ์โดยใช้การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากค่า Rescaling (min-max normalization) ของทัศนวิสัยกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา พบว่าลักษณะแปรผันรอบวันของทัศนวิสัยในประเทศไทยและความสัมพันธ์รอบวันของทัศนวิสัยกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา มีลักษณะและความสัมพันธ์ของการแปรผันในรอบวันที่สอดคล้องกัน พบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กับทัศนวิสัยในรอบวันมากที่สุด มากกว่าร้อยละ 90 ยกเว้นภาคใต้ฝั่งตะวันตกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคิดเป็นร้อยละ 66.65 และส่งผลทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นต่ำลง เมื่อเทียบกับปริมาณเมฆ และปริมาณน้ำฝน เนื่องจากในรอบวัน 24 ชั่วโมง ความชื้นสัมพัทธ์นั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดรอบวัน โดยปัจจัยที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ในรอบวัน ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงของความกดอากาศประจำวัน ลักษณะทางกายภาพพื้นที่ที่ตรวจวัด และเวลาในการตรวจวัด

คำสำคัญ: ทัศนวิสัย ความชื้นสัมพัทธ์ ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา

* ผู้ประสานงานหลัก; อีเมล: ladda.tas@stu.nida.ac.th

Diurnal Variation of Visibility with its related Meteorological Factors in Thailand

Ladda Tasaso^{1,*}, Pakpong Pochanart²

^{1,2}Graduate School of Environmental Development Administration,
National Institute of Development Administration

Received: 7 June 2022

Revised: 29 September 2022

Accepted: 6 October 2022

Abstract

Visibility is an important factor in our daily life and visibility is considered a standard meteorological parameter. The objective was to study diurnal variation of visibility in Thailand and its related meteorological factors. A research study of secondary data consisting of visibility data, cloud data, relative humidity data and rainfall data for a weather 3 hours for 10 years (2009 - 2018) of 43 stations (from all regions in Thailand). To study the diurnal variation and analyze the correlation by using the rescaling (min-max normalization) analysis of visibility and meteorological factors. The results revealed that the diurnal variation and diurnal correlation of visibility and meteorological factors were consistent. Relative humidity has the greatest impact on changes in visibility diurnal variation. Relative humidity greater than 90 percent, except for the Southern (West Coast) is 66.65 percent and this results in low visibility because of the 24-hour variations of the relative humidity and light scattering of aerosols depends on ambient relative humidity since hygroscopic particles absorb significant water at high relative humidity. The factor affecting relative humidity and cloud was air temperature, diurnal variation of pressure, physical characteristics of measurement area and measurement time.

Keywords: Visibility, Relative Humidity, Meteorological Factors

* Corresponding Author; E-mail: ladda.tas@stu.nida.ac.th

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทัศนวิสัยในการมองเห็นนับเป็นปัจจัยที่สำคัญในชีวิตประจำวันโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการบินและการจราจร นอกจากนี้ทัศนวิสัยยังมีความสำคัญในด้านสุนทรียภาพ จิตวิทยา การท่องเที่ยว และรวมถึงการคงไว้ของภูมิทัศน์และทิวทัศน์ (Sabetghadam, et al., 2012) ทัศนวิสัยจะถูกวัดอย่างสม่ำเสมอที่สถานีอุตุนิยมวิทยาทั่วโลกและถือเป็นพารามิเตอร์มาตรฐานทางอุตุนิยมวิทยา ในกรณีที่มีสภาพอากาศไม่แน่นอน เช่น หมอกและฝน ทัศนวิสัยจะเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของคุณภาพอากาศ เนื่องจากสามารถรับรู้การลดลงของทัศนวิสัยได้ง่ายแม้ด้วยตาเปล่า (Bäumer et al., 2008) โดยทั่วไปการมองเห็นที่ดีเป็นคุณสมบัติที่ต้องการในการหาที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ และไม่ควรถือว่ามีความสำคัญ เนื่องจากทัศนวิสัยที่ลดลงเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพอากาศที่ไม่ดี นอกจากนี้การเสื่อมสภาพในการมองเห็นอาจเป็นอันตรายต่อความปลอดภัยของมนุษย์ ตัวอย่างเช่น ทัศนวิสัยต่ำอาจนำไปสู่อุบัติเหตุบนท้องถนน ทางรถไฟ ทางทะเลและทางอากาศ และทำให้เกิดความกังวลต่อความปลอดภัยสาธารณะ รวมทั้งสามารถส่งผลกระทบต่อ การขนส่งสินค้าและผู้คน ไม่ว่าจะเป็นทางรถไฟ ถนน ทะเล หรือทางอากาศ เช่นเดียวกับการท่องเที่ยวก็มักขึ้นอยู่กับ ทัศนวิสัยที่ดี เพื่อชื่นชมจุดที่น่าสนใจ ตัวอย่างเช่น การศึกษาที่แกรนด์แคนยอนพาร์คในสหรัฐอเมริกาแสดงให้เห็นว่า ความถี่ของผู้มาเยือนในอุทยานลดลงเมื่อทัศนวิสัยลดลง (Singh, Bloss and Pope, 2017)

สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของทัศนวิสัยนั้นอาจเกิดจากการกระเจิงของแสง และการดูดซับอนุภาคและก๊าซ ในบรรยากาศ ที่สามารถกำเนิดจากแหล่งธรรมชาติหรือมนุษย์ ซึ่งจากการศึกษาที่เมืองเตหะราน ประเทศอิหร่าน พบว่าปัญหาทัศนวิสัยที่ลดลงนั้นเกิดในพื้นที่เมืองมากกว่าพื้นที่ที่มีประชากรเบาบางและพื้นที่ที่มีมลภาวะน้อยกว่า และแนวโน้มที่ทัศนวิสัยลดลงจะสังเกตได้ในช่วงฤดูหนาวตามด้วยฤดูใบไม้ผลิฤดูใบไม้ร่วงและฤดูร้อน โดยแนวโน้ม การลดการมองเห็นเกิดขึ้นสำหรับทุกสถานี (Sabetghadam et al., 2012) ในสถานการณ์ปัจจุบัน ปัญหาทางสภาวะแวดล้อมที่รุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ อันมีสาเหตุมาจากการดำเนินการทางอุตสาหกรรมที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก เพื่อให้เพียงพอ กับความต้องการของประชากรที่ทวีจำนวนขึ้นอย่างมหาศาล ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ และก๊าซเรือนกระจกปลดปล่อย ออกสู่บรรยากาศ จนเป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่ยังส่งผลกระทบต่อผลกระทบจากมลพิษบางกลุ่ม ยิ่งขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้หนึ่งในปัญหามลพิษทางอากาศในปัจจุบันที่โลกกำลังเผชิญอยู่ก็คือ ปัญหาฝุ่นละอองจาก อุตสาหกรรม การคมนาคม เกษตรกรรม และปัญหามลพิษจากภัยธรรมชาติ ซึ่งปัญหาเหล่านี้เป็นปัญหาที่พบได้อย่าง ชัดเจน (Chotipong, 2018) ส่งผลกระทบต่อการมองเห็นหรือทัศนวิสัย กลายเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อม เมื่อมองจาก แนวคิดและหลักปฏิบัติในการบริหารจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติ ทัศนวิสัยนั้นส่งผลกระทบต่อการจราจรและ การคมนาคมทุกรูปแบบ ทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ (Department of Disaster Prevention and Mitigation, 2014) รวมทั้งเหตุการณ์ทัศนวิสัยต่ำอาจนำไปสู่การลดกำลังการผลิต ความล่าช้า และการสูญเสียทาง เศรษฐกิจได้อีกด้วย (Kneringer et al., 2019)

จากสถานการณ์ปัญหาทัศนวิสัยในประเทศไทย ทั้งในเรื่องของฝุ่นละอองที่เป็นมลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหา หลักในกรุงเทพมหานครและชุมชนขนาดใหญ่ ปัญหาหมอกควันจากไฟป่าในภาคเหนือที่ลอยปกคลุมในระดับต่ำ (Khaosod Online, 2017) ปัญหาหมอกควันที่เกิดขึ้นเป็นประจำในพื้นที่ภาคใต้จากการเผาไหม้บนเกาะสุมาตราใน ประเทศอินโดนีเซีย (Matichon Online, 2019) ส่งผลกระทบต่อการคมนาคมและสุขภาพของประชาชน อีกทั้ง ทัศนวิสัยต่ำยังส่งผลเสียต่อการปฏิบัติการบิน โดยเฉพาะสนามบินและเครื่องบินขนาดเล็กจะได้รับผลกระทบอย่างมาก โดยทัศนวิสัยนั้นสามารถลดลงเหลือน้อยกว่า 1 กิโลเมตรด้วยเหตุผลทางกายภาพหลายประการ เช่น หมอก หรือฝน

หรือหิมะโปรยปราย (Hyvärinen et al., 2007) สำหรับผู้พยากรณ์ที่มีประสบการณ์สามารถรู้ได้ว่าสภาพอากาศประเภทใดที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์เหล่านี้มากที่สุด ซึ่งจากข้อมูลย้อนหลังทางอุตุนิยมวิทยานั้นมีความสำคัญ อย่างไรก็ตามหากนักพยากรณ์ไม่สามารถพึ่งพาประสบการณ์ส่วนตัวเพียงอย่างเดียวได้ อย่างน้อยที่สุดผู้พยากรณ์ต้องศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น การกระจายทิศทางลมและหมอกในแต่ละเดือน โดยการแจกแจงแบบดั้งเดิมในการประมาณค่าปัจจัยของสภาพอากาศที่ทัศนวิสัยต่ำ และควรตรวจสอบวิธีการทางสถิติขั้นสูงเพิ่มเติม (Hyvärinen et al., 2007)

ข้อมูลจากงานวิจัยที่เมืองหนานจิง ประเทศจีน ในช่วงปี พ.ศ. 2547 ทัศนวิสัยจากดัชนีมลภาวะทางอากาศ (API) และพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยา ได้รับการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อศึกษาลักษณะของการมองเห็นและปัจจัยที่มีผลกระทบที่เกี่ยวข้อง ค่าเฉลี่ยของการมองเห็นในระหว่างปีที่ศึกษา คือ 8.8 กม. โดย 57.9% ของค่าเฉลี่ยรายวันน้อยกว่า 10 กม. การมองเห็นโดยเฉลี่ยต่อปีแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงรายวันที่สำคัญโดยมีทัศนวิสัยที่น้อยถึง 6.6 กม. ที่ 07.00 น. ตามเวลาท้องถิ่น และสูงสุด 10.7 กม. ที่ 16.00 น. โดยพบว่าความผันแปรของฤดูกาลส่งผลกับค่าทัศนวิสัย (Deng et al., 2011)

ดังนั้นการศึกษานี้ ผู้ศึกษาจึงสนใจศึกษาลักษณะแปรผันรอบวันของทัศนวิสัยในประเทศไทยและความสัมพันธ์รอบวันของทัศนวิสัยกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เนื่องจากลักษณะแปรผันรอบวันของทัศนวิสัย ถือว่ามีความสำคัญในชีวิตประจำวันโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการบิน การจราจร และคมนาคมทุกชนิด ซึ่งในแต่ละวัน แต่ละโอกาสนั้น ทัศนวิสัยในการมองเห็นอาจจะแตกต่างกันไปด้วยหลายเหตุผลทั้งเกิดจาก ฝุ่นควัน หมอก ฝนตก มลพิษหรือปัจจัยอื่น ๆ ทางอุตุนิยมวิทยา โดยเฉพาะในทางการบินทัศนวิสัยมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการนำเครื่องบินวิ่งขึ้นและลงจอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีสภาพอากาศไม่แน่นอน สภาพอากาศเลวร้าย ทัศนวิสัยจะเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของคุณภาพอากาศได้เป็นอย่างดี เนื่องจากสามารถรับรู้การลดลงของทัศนวิสัยได้ง่ายแม้ด้วยตาเปล่า ทั้งนี้การศึกษาลักษณะแปรผันรอบวันของทัศนวิสัย ยังสามารถใช้ประกอบการวางแผนการคมนาคม และการประเมินคุณภาพอากาศเบื้องต้นในรอบวัน ให้สามารถวางแผนเบื้องต้น หรือรับมือกับสภาพอากาศในรอบวันได้อีกด้วย โดยศึกษาจากปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่คาดว่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัย ได้แก่ ปริมาณเมฆ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ในระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2552 – พ.ศ. 2561) จำนวน 43 สถานี (ตัวแทนจากทุกภูมิภาคในประเทศไทย)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาลักษณะการแปรผันรอบวัน และความสัมพันธ์รอบวันของทัศนวิสัยกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ปริมาณเมฆ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของทัศนวิสัยในประเทศไทย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทัศนวิสัยได้รับผลกระทบจากปฏิกิริยาทางกายภาพของแสงกับอนุภาคและก๊าซในชั้นบรรยากาศ อย่างไรก็ตามการมองเห็นนั้นเกี่ยวข้องกับแสงที่ถูกดูดซับและกระจัดกระจายไปตามชั้นบรรยากาศ ทัศนวิสัยเป็นกระบวนการของการรับรู้สภาพแวดล้อมผ่านการใช้ระบบตาและสมอง (Malm, 2016)

Kneringer et al. (2019) พบว่า สภาวะทัศนวิสัยต่ำที่สนามบินส่งผลกระทบต่อการบินทางอากาศเกี่ยวกับความปลอดภัยการบิน และประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจของสนามบินและสายการบิน ดังนั้นการคาดการณ์การมองเห็นต่ำที่เชื่อถือได้จึงมีความจำเป็นสำหรับการวางแผนยุทธวิธีของการบิน ซึ่งสาเหตุหลักที่สำคัญสองประการที่ทำให้เกิดสภาวะทัศนวิสัยต่ำ คือปรากฏการณ์สภาพอากาศ ได้แก่ หมอกและพายุเมฆที่ต่ำ (ซึ่งดูจากความสูงของฐานเมฆ) การขยายตัวและการกระจายของหมอกโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความชื้น และศูนย์กลางของการควบแน่นในมวลอากาศ ซึ่งอย่างไรก็ตามแม้จะมีการทดลองภาคสนามต่าง ๆ ผลกระทบโดยรวมของกระบวนการทางกายภาพบางอย่างก็ยังไม่ทราบถึงความซับซ้อนของกระบวนการที่ทำให้ทัศนวิสัยต่ำทำให้การคาดการณ์เป็นไปได้ยาก

Huo and Lu (2009) กล่าวไว้ว่า ทัศนวิสัย คือระยะทางสูงสุดที่ผู้สังเกตการณ์สามารถมองเห็นรูปร่างของวัตถุเทียบกับเส้นขอบฟ้า ซึ่งทัศนวิสัยส่วนใหญ่ลดลงจากการมีอนุภาคของละอองลอย (ฝุ่นควันและหมอกควัน) และปรากฏการณ์ของน้ำในอากาศ (Hydrometeors) (หยดน้ำขนาดใหญ่หรือผลึกน้ำ $>5 \mu\text{m}$) ที่เกิดขึ้น เช่น ฝน หมอก เมฆ และหิมะ ซึ่งเห็นได้ชัดว่าละอองลอยในบรรยากาศมากขึ้นจะทำให้ทัศนวิสัยลดลง

วิธีดำเนินการวิจัย

การรวบรวมและการเตรียมข้อมูล

การศึกษาลักษณะแปรผันรอบวันของทัศนวิสัยในประเทศไทยและความสัมพันธ์รอบวันกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ศึกษาจากข้อมูลหัตถ์ภูมิจากกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้เก็บรวบรวมไว้ โดยขอบเขตข้อมูลที่น่าสนใจเป็นข้อมูลหัตถ์ภูมิราย 3 ชั่วโมง ระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ.2552 – 2561) เลือจากสถานีศูนย์ สถานีใหญ่ในภูมิภาคให้ครอบคลุมในแต่ละภูมิภาค (โดยที่สถานีตัวแทนนั้นเป็นสถานีที่มีข้อมูลครบถ้วนครอบคลุมระยะเวลาที่ศึกษาวิจัย) จำนวน 43 สถานี (ตัวแทนจากทุกภูมิภาคในประเทศไทย) ที่ครอบคลุมทั่วประเทศ จากสถานีทั้งหมดจำนวน 123 สถานี ซึ่งแบ่งเป็น 5 ภูมิภาค (การแบ่งภาคของประเทศไทยในทางอุตุนิยมวิทยา พิจารณาจากรูปแบบภูมิอากาศ) ได้แก่ ภาคเหนือ จำนวน 11 สถานี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 9 สถานี ภาคกลาง จำนวน 8 สถานี ภาคตะวันออก จำนวน 5 สถานี และภาคใต้ (ภาคใต้ฝั่งตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตก) จำนวน 10 สถานี ศึกษาจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ (1) ข้อมูลทัศนวิสัย (การตรวจวัดทัศนวิสัย ผู้ตรวจจะอาศัยเป้าหมายที่สำคัญในการมองเห็นในแนวระดับ (แนวราบ) โดยสังเกตจากอาคารสิ่งก่อสร้าง สภาพภูมิประเทศตามธรรมชาติ เมื่อที่หมายนั้น ๆ มัวลงหรือจางไปจากที่เคยสังเกตเห็นในอากาศที่แจ่มใสแล้วถือว่าเห็นไม่ชัด ซึ่งเป้าหมายที่สังเกตนั้นได้ทำการวัดระยะทางด้วยกล้องวัดระยะทางไว้แล้ว ทำให้ทราบระยะทางที่แน่นอน มีหน่วยวัดเป็น เมตร หรือ กิโลเมตร) (2) ข้อมูลเมฆ (การตรวจวัดเมฆ ทำการตรวจวัดด้วยสายตา ผู้ตรวจจะหันหน้าไปทางทิศใดทิศหนึ่ง แล้วตรวจดูชนิดและความสูงของเมฆ ชั้นของเมฆ จำนวนของเมฆ โดยแบ่งท้องฟ้าด้านที่สังเกตออกเป็น 5 ส่วน หลังจากนั้นหันหลังกลับตรวจดูเมฆตามแบบเดิม แล้วแบ่งท้องฟ้าด้านที่สังเกตออกเป็น 5 ส่วน ดังนั้น จากการตรวจชนิดและจำนวนของเมฆ ทั้งท้องฟ้าจะได้ 10 ส่วน) (3) ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ (การวัดความชื้นสัมพัทธ์ คือการวัดอัตราส่วนร้อยละของปริมาณไอน้ำที่มี

อยู่จริงต่อมวลของไอน้ำในตัว แสดงหน่วยการวัดเป็น % โดยคำนวณหาความชื้นสัมพัทธ์ได้จากการตรวจวัดความชื้นของบรรยากาศ โดยใช้เครื่องมือ Psychrometer) และ (4) ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (การวัดปริมาณน้ำฝน มีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร โดยมีเครื่องวัดแบบดิจิตอล Tipping rain gauge มีเซ็นเซอร์วัดน้ำฝนที่เก็บ และวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝน)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ลักษณะแปรผันรอบวันของทัศนวิสัยในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลเฉลี่ย 10 ปี จากข้อมูลทัศนวิสัยราย 3 ชั่วโมง ของ 43 สถานี เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงรอบวัน (Diurnal Variation) ใน 24 ชั่วโมง โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลทัศนวิสัยในแต่ละสถานี ทำการวิเคราะห์จากค่าสถิติเบื้องต้นของข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสเปรดชีตและแสดงผลออก เพื่อนำไปวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในลำดับต่อไป

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์รอบวันของทัศนวิสัยกับปัจจัยอื่น ๆ ทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลเมฆ ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ และข้อมูลปริมาณน้ำฝน วิเคราะห์โดยใช้ค่าสถิติเบื้องต้นของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสเปรดชีตประมวลผลและแสดงผลเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่ศึกษา แล้วนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์รอบวันระหว่างปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่ศึกษากับทัศนวิสัยในแต่ละสถานี ในช่วงระยะเวลา 10 ปี

3. วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์รอบวันโดยใช้การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากค่า Rescaling (min-max normalization) ของทัศนวิสัยกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ปริมาณเมฆ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝนของทั้ง 43 สถานี ซึ่งค่า Rescaling (min-max normalization) คือ การทำข้อมูลให้อยู่ในรูปคะแนนปกติมาตรฐานน้อยที่สุด - มากที่สุด เป็นการแปลงข้อมูลที่เป็นตัวเลข (Numerical Data) ให้มีค่าอยู่ในช่วงที่เป็นมาตรฐานเดียวกันคือ 0 ถึง 1

$$x' = [x - \min(x)] / [\max(x) - \min(x)] \quad (1)$$

โดยที่ x' คือ ค่า normalization ของตัวแปร x

$\max(x)$ คือ ค่าสูงสุดของตัวแปร x

$\min(x)$ คือ ค่าต่ำสุดของตัวแปร x

ผลการวิจัย

1. ลักษณะการแปรผันรอบวัน (Diurnal Variation) ของทัศนวิสัยในประเทศไทยในแต่ละภาคนั้นมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลาที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยพบว่าในแต่ละภาคมีค่าทัศนวิสัยเฉลี่ยสูงสุดในช่วงบ่าย เวลา 13.00 น. ยกเว้นภาคเหนือ ที่มีค่าทัศนวิสัยเฉลี่ยสูงสุดในช่วงบ่ายเวลา 16.00 น. เช่นเดียวกันกับค่าเฉลี่ยของทัศนวิสัยในแต่ละภาคที่มีค่าต่ำสุดในช่วงเวลาที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยมีค่าทัศนวิสัยเฉลี่ยต่ำสุดในช่วงเช้า เวลา 07.00 น. ยกเว้นภาคตะวันออก ที่มีค่าทัศนวิสัยเฉลี่ยต่ำสุดเวลา 04.00 น. (ตารางที่ 1) ซึ่งเมื่อแบ่งตามลักษณะแล้วพบว่าทัศนวิสัยในประเทศไทย แบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ

(1) ทัศนวิสัยต่ำสุดในช่วง 07.00 น. และเพิ่มสูงขึ้นในช่วง 13.00-16.00 น. เป็นลักษณะที่พบเป็นส่วนใหญ่ของประเทศ ซึ่งพบในทุกภาคของประเทศไทย ส่วนมากพบบริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก (ภาพที่ 1ก (a))

(2) ทศนวิสัยต่ำสุดในช่วง 07.00 น. และเพิ่มขึ้นเล็กน้อย/คงที่ ในช่วงเวลาอื่น ๆ พบที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนล่าง (ยกเว้นสถานีบุรีรัมย์ จ.บุรีรัมย์) ภาคกลาง (เฉพาะกรุงเทพฯ และปริมณฑล) และบางสถานีในภาคใต้ฝั่ง ตะวันออก (ภาพที่ 1ก (b))

(3) ทศนวิสัยมีการเปลี่ยนแปลงน้อย/คงที่ เป็นลักษณะที่พบน้อยที่สุด ซึ่งพบเพียง 6 สถานี ได้แก่ ภาคเหนือ พบ 1 สถานี (สถานีเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบ 1 สถานี (สถานีอุดรธานี จ.อุดรธานี) ภาคใต้ฝั่งตะวันออก พบ 2 สถานี (สถานีเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี และสถานีประจวบคีรีขันธ์ จ.ประจวบคีรีขันธ์) และ ภาคใต้ฝั่งตะวันตก พบ 2 สถานี (สถานีตะกั่วป่า จ.พังงา และสถานีสตูล จ.สตูล) (ภาพที่ 1ก (c))

2. ลักษณะการแปรผันรอบวันของปริมาณเมฆในประเทศไทยในแต่ละภาค พบค่าสูงสุดแบ่งได้เป็น 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเช้า เวลา 07.00 น. - 09.00 น. ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง และช่วง บ่ายถึงค่ำ เวลา 16.00 น. - 21.00 น. ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ฝั่งตะวันตก และภาคใต้ฝั่งตะวันออก โดยที่ในทุกภาค พบค่าต่ำสุดในช่วง 01.00 น. - 06.00 น. (ตารางที่ 1) ซึ่งเมื่อแบ่งตามลักษณะแล้วพบว่าปริมาณเมฆในประเทศไทย แบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

(1) ปริมาณเมฆไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง/คงที่ พบที่ภาคกลาง (เฉพาะกรุงเทพฯ และปริมณฑล) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 สถานี ได้แก่ สถานีอุบลราชธานี (ศูนย์ฯ) จ.อุบลราชธานี และภาคใต้ 2 สถานี ได้แก่ สถานีเพชรบุรี จ.เพชรบุรี และสถานีตะกั่วป่า จ.พังงา และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2 สถานี ได้แก่ สถานีสาดหิน จ.ชลบุรี และ สถานีจันทบุรี จ.จันทบุรี (ภาพที่ 1ข (a))

(2) ปริมาณเมฆเยอะในช่วงเวลา 07.00 น. และช่วงเวลา 19.00 น. เป็นลักษณะที่พบในทุกภาค และพบ เป็นส่วนใหญ่ของประเทศ โดยเฉพาะในภาคเหนือที่พบทุกสถานี (ภาพที่ 1ข (b))

3. ลักษณะการแปรผันรอบวันของความชื้นสัมพัทธ์ในประเทศไทยในแต่ละภาค พบว่าในทุกภาคมี ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงสุดในช่วงเช้า ในช่วงเวลา 07.00 น. - 09.00 น. และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในช่วงบ่าย เวลา 16.00 น. - 18.00 น. ซึ่งเมื่อแบ่งตามลักษณะแล้วพบว่าในทุกภาคที่ศึกษามีลักษณะของความชื้นสัมพัทธ์แบบรายวัน ในรูปแบบเดียวกัน คือ มีความชื้นสัมพัทธ์รายวันสูงสุดในเวลา 07.00 น. และต่ำสุดในเวลา 16.00 น. (ตารางที่ 1) (ภาพที่ 1ค (a))

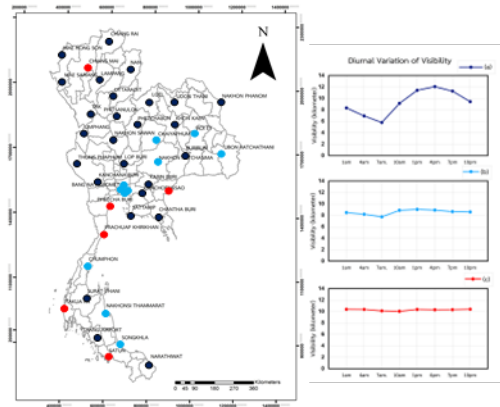
4. ลักษณะการแปรผันรอบวันของปริมาณฝนในประเทศไทยในแต่ละภาค พบว่าในทุกภาคมีค่าเฉลี่ย ของปริมาณฝนรวมที่สูงสุดในช่วงเวลา 16.00 น. - 21.00 น. ซึ่งในแต่ละภาคพบว่ามีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในช่วงเวลาที่ แตกต่างกัน โดยที่ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบค่าเฉลี่ยต่ำสุดในช่วงเวลา 13.00 น. - 15.00 น. ภาค กลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันออก พบค่าเฉลี่ยต่ำสุดในช่วงเวลา 10.00 น. - 12.00 น. มีเพียงภาคใต้ฝั่ง ตะวันตก พบค่าเฉลี่ยต่ำสุดในช่วงเวลา 01.00 น. - 03.00 น. (ตารางที่ 1) ซึ่งเมื่อแบ่งตามลักษณะแล้วพบว่าปริมาณ น้ำฝนสามารถแบ่งลักษณะออกเป็น 3 แบบ คือ

(1) มีปริมาณฝนสูงสุดช่วงเวลา 19.00 น. และมีปริมาณฝนต่ำสุดช่วงเวลา 10.00 - 13.00 น. เป็น ลักษณะที่พบเป็นส่วนใหญ่ที่บริเวณภาคเหนือตอนกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ภาคกลาง และภาคใต้ฝั่ง ตะวันออก 1 สถานี ได้แก่ สถานีนาหว้า จังหวัดนครราชสีมา (ภาพที่ 1ง (a))

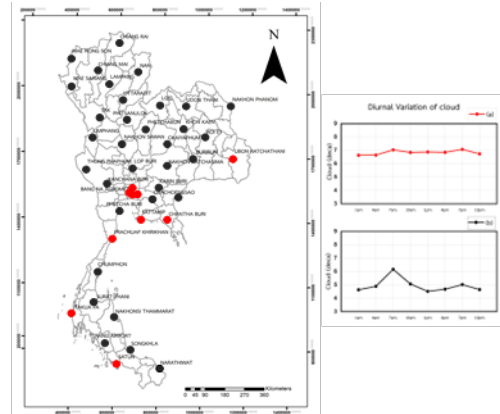
(2) มีปริมาณฝนสูงสุดช่วงเวลา 16.00 - 19.00 น. และเปลี่ยนแปลงน้อย/คงที่ในช่วงเวลาอื่นๆ เป็น ลักษณะที่พบเป็นส่วนใหญ่บริเวณภาคใต้ ซึ่งพบในสถานีที่ศึกษาในภาคใต้ ยกเว้นแค่เพียง 1 สถานี ได้แก่ สถานี

นราธิวาส จังหวัดนราธิวาส และพบได้อีกที่สถานีทางฝั่งตะวันตกของประเทศ รวมทั้งบางสถานีในภาคตะวันออก (ภาพที่ 1ง (b))

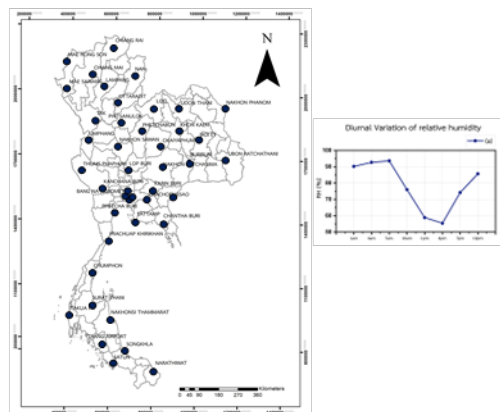
(3) มีปริมาณฝนสูงสุดช่วงเวลา 04.00 – 07.00 น. และต่ำสุดในช่วงเวลา 13.00 น. เป็นลักษณะที่พบได้น้อยที่สุด พบที่สถานีตอนบนของประเทศ บริเวณทางตะวันออกเฉียงเหนือของภาคเหนือ และสถานีทางตอนบนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมทั้งพบที่สถานีที่ติดชายฝั่งทะเลบริเวณภาคตะวันออก (ภาพที่ 1ง (c))



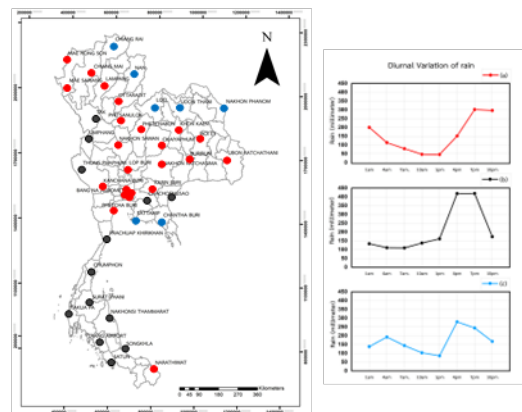
(ก) ลักษณะการแปรผันรอบวันของทัศนวิสัย



(ข) ลักษณะการแปรผันรอบวันของปริมาณเมฆ



(ค) ลักษณะการแปรผันรอบวันของความชื้นสัมพัทธ์



(ง) ลักษณะการแปรผันรอบวันของปริมาณฝน

ภาพที่ 1 แผนที่สถานีอุตุนิยมวิทยาและกราฟแสดงลักษณะการแปรผันรอบวันของ (ก) ลักษณะการแปรผันรอบวันของทัศนวิสัย (ข) ลักษณะการแปรผันรอบวันของปริมาณเมฆ (ค) ลักษณะการแปรผันรอบวันของความชื้นสัมพัทธ์ และ(ง) ลักษณะการแปรผันรอบวันของปริมาณฝน ในแต่ละสถานีอุตุนิยมวิทยา จากค่าเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง ระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ.2552 – 2561) จำนวน 43 สถานี

ตารางที่ 1 ลักษณะการแปรผันรอบวันของทัศนวิสัย ปริมาณเมฆ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน จากค่าเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง ระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2552 – พ.ศ. 2561)

สถานี	ลักษณะการแปรผันรอบวันจากค่าเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง ระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2552 – พ.ศ. 2561)							
	01.00	04.00	07.00	10.00	13.00	16.00	19.00	22.00
ทัศนวิสัยรายวัน (กิโลเมตร)								
ภาคเหนือ	8.0	7.4	7.1	9.1	10.0	10.1	9.5	8.7
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	8.9	8.6	8.2	9.7	10.3	10.2	9.5	9.1
ภาคกลาง	8.0	7.9	7.5	8.8	9.3	9.2	8.6	8.3
ภาคตะวันออก	7.1	6.9	7.4	9.1	9.6	9.3	8.1	7.4
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	8.7	8.5	8.4	9.6	9.9	9.7	9.2	9.0
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	9.7	9.3	8.4	10.0	10.4	10.3	9.9	9.8
ปริมาณเมฆรายวัน (เดคะ)								
ภาคเหนือ	4.6	4.8	5.9	5.1	5.0	5.2	5.3	4.7
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	5.4	5.3	6.4	5.7	6.1	6.1	6.1	5.5
ภาคกลาง	5.9	5.8	6.8	6.2	6.4	6.4	6.5	6.1
ภาคตะวันออก	6.0	5.8	6.8	6.7	7.0	7.1	7.0	6.3
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	6.5	6.4	7.0	6.6	6.7	6.9	7.1	6.6
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	6.4	6.3	6.9	6.7	7.2	7.6	7.5	6.8
ความชื้นสัมพัทธ์รายวัน (%)								
ภาคเหนือ	85.3	88.4	90.2	71.0	56.2	54.2	69.5	80.2
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	82.3	85.9	86.9	66.6	55.6	55.2	68.7	77.3
ภาคกลาง	82.0	84.8	85.8	67.2	56.5	56.7	70.2	78.0
ภาคตะวันออก	88.0	90.0	90.3	70.1	61.0	62.8	76.9	84.4
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	87.5	89.5	90.2	72.8	66.2	69.6	79.0	84.3
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	90.4	92.2	93.0	72.3	65.2	69.2	80.5	87.3
ปริมาณฝนรวมรายวัน (มิลลิเมตร)								
ภาคเหนือ	181.9	165.1	141.7	89.9	80.1	188.0	248.5	225.4
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	223.4	196.5	166.0	103.8	86.4	200.9	256.9	232.0
ภาคกลาง	198.5	161.4	127.2	74.7	98.3	200.6	327.4	290.7
ภาคตะวันออก	233.1	223.5	183.3	120.4	190.1	340.5	274.7	237.6
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	211.5	219.3	212.4	194.8	218.4	368.8	368.9	243.8
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	229.1	290.8	308.7	284.4	368.6	684.7	557.5	325.9

หมายเหตุ: สีเหลือง = ค่าเฉลี่ยรายวัน (Diurnal) สูงสุดในแต่ละสถานี สีแดง = ค่าเฉลี่ยรายวัน (Diurnal) ต่ำสุดในแต่ละสถานี

ในขณะที่ความสัมพันธ์ลักษณะการแปรผันรอบวันของทัศนวิสัยกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ปริมาณเมฆ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบจับคู่ความสัมพันธ์โดยหาความสัมพันธ์จากค่า Rescaling (min-max normalization) ของทัศนวิสัยกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา พบว่า

ภาคเหนือ ความสัมพันธ์ของทัศนวิสัยกับความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์ในทิศทางที่แปรผกผันกับทัศนวิสัย มีระดับความสัมพันธ์ที่ 0.012 และ 0.9311 ตามลำดับ ในขณะที่ความสัมพันธ์ของทัศนวิสัยกับปริมาณน้ำฝนนั้นมีความสัมพันธ์ค่อนข้างไม่ชัดเจนหรือมีความสัมพันธ์ค่อนข้างน้อย (ภาพที่ 2) เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ ค่า R-Squared (R^2) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 93.11 สำหรับในส่วนของปริมาณเมฆ และปริมาณน้ำฝนนั้น พบว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัยน้อยมากหรือไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อทัศนวิสัย ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเพียงร้อยละ 1.2 และ 0.1 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า ความสัมพันธ์ของทัศนวิสัยกับปริมาณเมฆ มีความสัมพันธ์ในทิศทางที่แปรผันตรงกับทัศนวิสัย มีระดับความสัมพันธ์ที่ 0.0558 ในส่วนของความสัมพันธ์ของทัศนวิสัยกับความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝนนั้น มีความสัมพันธ์ในทิศทางที่แปรผกผันกับทัศนวิสัย มีระดับความสัมพันธ์ที่ 0.968 และ 0.1287 ตามลำดับ (ภาพที่ 2) เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ ค่า R-Squared (R^2) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 96.8 สำหรับในส่วนของปริมาณเมฆ และปริมาณน้ำฝนนั้น พบว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัยน้อย ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเพียงร้อยละ 5.58 และ 12.87 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ภาคกลาง พบว่า ความสัมพันธ์ของทัศนวิสัยกับความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์ในทิศทางที่แปรผกผันกับทัศนวิสัย มีระดับความสัมพันธ์ที่ 0.9629 ในส่วนของความสัมพันธ์ของทัศนวิสัยกับปริมาณเมฆ และปริมาณน้ำฝนนั้นค่อนข้างไม่ชัดเจนหรือมีความสัมพันธ์ค่อนข้างน้อย (ภาพที่ 4, 5, 6) เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ ค่า R-Squared (R^2) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 96.29 สำหรับในส่วนของปริมาณเมฆ และปริมาณน้ำฝนนั้น พบว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัยน้อยมากหรือไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อทัศนวิสัย ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเพียงร้อยละ 1.25 และ 0.7 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ภาคตะวันออก พบว่า ความสัมพันธ์ของทัศนวิสัยกับปริมาณเมฆ มีความสัมพันธ์ในทิศทางที่แปรผกผันกับทัศนวิสัย มีระดับความสัมพันธ์ 0.6201 โดยที่ความสัมพันธ์ของทัศนวิสัยกับความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์ในทิศทางที่แปรผันตรงกับทัศนวิสัย มีระดับความสัมพันธ์ 0.9605 และในส่วนของความสัมพันธ์ของทัศนวิสัยกับปริมาณน้ำฝนนั้นค่อนข้างไม่ชัดเจนหรือมีความสัมพันธ์ค่อนข้างน้อย (ภาพที่ 2) เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ ค่า R-Squared (R^2) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 96.05 รองลงมาคือปริมาณเมฆ คิดเป็นร้อยละ 62.01 และพบว่าปริมาณน้ำฝนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัยน้อยมากหรือไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อทัศนวิสัย (ตารางที่ 2)

ภาคใต้ฝั่งตะวันออก พบว่า ความสัมพันธ์ของทัศนวิสัยกับความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์ในทิศทางที่แปรผกผันกับทัศนวิสัย มีระดับความสัมพันธ์ที่ 0.982 ในส่วนของความสัมพันธ์ของทัศนวิสัยกับปริมาณเมฆ และปริมาณน้ำฝนนั้นมีความสัมพันธ์ค่อนข้างน้อย มีระดับความสัมพันธ์ที่ 0.0275 และ 0.0991 ตามลำดับ (ภาพที่ 2) เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ ค่า R-Squared (R^2) พบว่า

ความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 98.2 สำหรับในส่วนของปริมาณเมฆ และปริมาณน้ำฝนนั้นพบว่ามีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัยน้อยมากต่อทัศนวิสัย ซึ่งมีความสัมพันธ์เพียงร้อยละ 2.75 และ 9.91 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

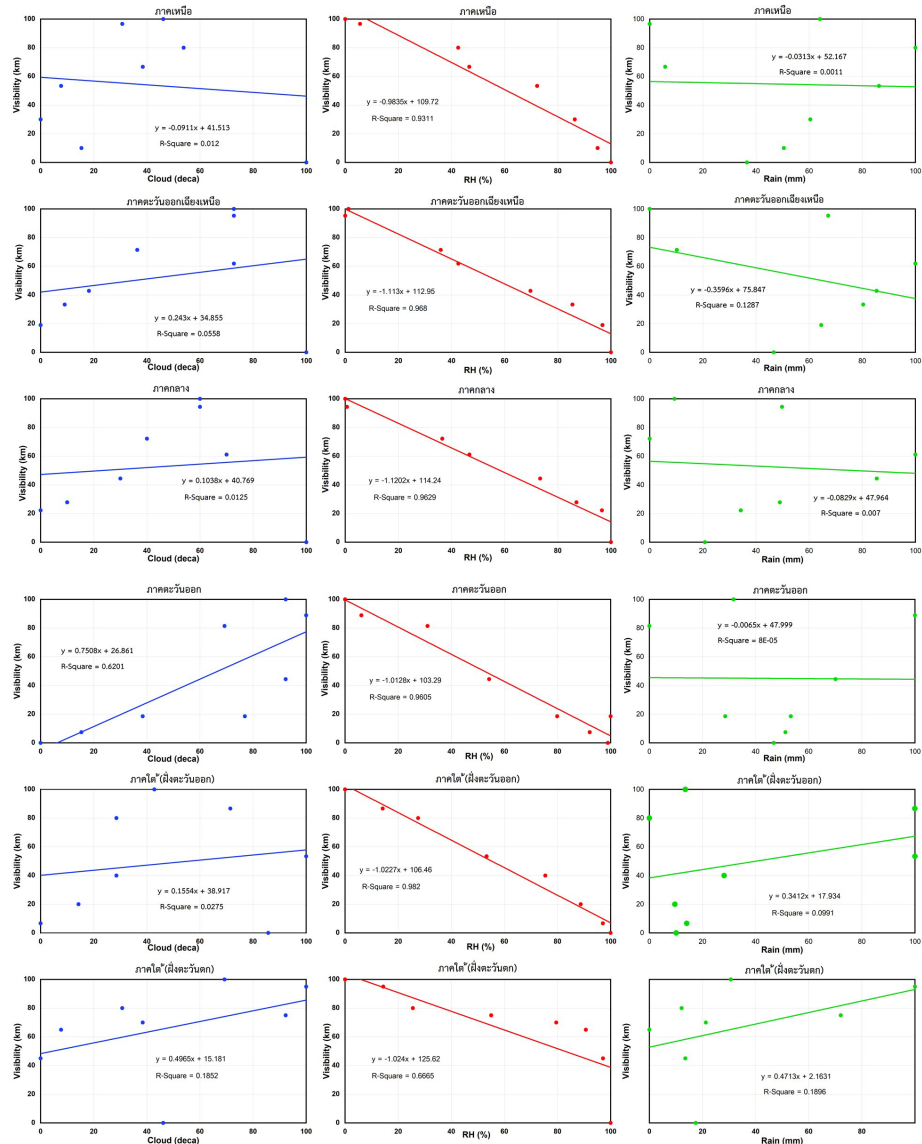
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก พบว่า ความสัมพันธ์ของทัศนวิสัยกับปริมาณเมฆ และปริมาณน้ำฝนนั้นมีความสัมพันธ์ในทิศทางที่แปรผันตรงกับทัศนวิสัย มีระดับความสัมพันธ์ที่ 0.1852 และ 0.1896 โดยที่ในส่วนของความชื้นสัมพัทธ์ของทัศนวิสัยกับความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์ในทิศทางที่แปรผกผันกับทัศนวิสัย มีระดับความสัมพันธ์ที่ 0.6665 (ภาพที่ 2) เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ ค่า R-Squared (R^2) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 66.65 สำหรับในส่วนของปริมาณเมฆ และปริมาณน้ำฝนนั้นพบว่ามีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัยน้อย ซึ่งมีความสัมพันธ์เพียงร้อยละ 18.52 และ 18.96 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ (R^2) ระดับความสัมพันธ์
ลักษณะการแปรผันรอบวัน (Diurnal Correlation) ของทัศนวิสัย กับ ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ในประเทศไทย

สถานีอุตุนิยมวิทยา	ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ (R^2)		
	ปริมาณเมฆ / ทัศนวิสัย	ความชื้นสัมพัทธ์ / ทัศนวิสัย	ปริมาณฝน / ทัศนวิสัย
ภาคเหนือ	0.0120**	0.9311**	0.0011
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	0.0558	0.9680**	0.1287**
ภาคกลาง	0.0125	0.9629**	0.0070**
ภาคตะวันออก	0.6201	0.9605**	0.00008**
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	0.0275	0.9820**	0.0991
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	0.1852	0.6665**	0.1896

หมายเหตุ: ข้อมูลช่องสี่เหลี่ยม มีความสัมพันธ์ในทิศทางที่แปรผันตรง ข้อมูลช่องสีแดง/** มีความสัมพันธ์ในทิศทางที่แปรผกผัน, ข้อมูลช่องสีขาว มีความสัมพันธ์น้อยหรือความสัมพันธ์ไม่ชัดเจน

ทั้งนี้สรุปได้ว่า ความสัมพันธ์ลักษณะการแปรผันรอบวันของทัศนวิสัยของทุกภาคในประเทศไทย พบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัยมากที่สุด มากกว่าร้อยละ 90 ยกเว้นภาคใต้ฝั่งตะวันตกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคิดเป็นร้อยละ 66.65 โดยที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางที่แปรผกผันกับทัศนวิสัย ในขณะที่ความสัมพันธ์ลักษณะการแปรผันรอบวันของทัศนวิสัยกับปริมาณเมฆ และปริมาณฝน พบว่ามีความสัมพันธ์น้อยหรือความสัมพันธ์ไม่ชัดเจน ยกเว้น ภาคตะวันออก ที่พบว่า ปริมาณเมฆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัย คิดเป็นร้อยละ 62.01 ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางที่แปรผันตรงกับทัศนวิสัย (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ลักษณะการแปรผันรอบวัน ระหว่าง ปริมาณเมฆ (x) ความชื้นสัมพัทธ์ (x) ปริมาณน้ำฝน (x) กับทัศนวิสัย (y) แต่ละภาคของประเทศไทย จากข้อมูลเฉลี่ยรอบวัน ราย 3 ชั่วโมง ระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2552 – พ.ศ. 2561)

อภิปรายผล

จากการศึกษาลักษณะการแปรผันรอบวันและความสัมพันธ์ประจำวันของทัศนวิสัย กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา พบว่า ลักษณะและความสัมพันธ์การแปรผันในรอบวันของทัศนวิสัย กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา มีความสอดคล้องกัน โดยเฉพาะทัศนวิสัยกับปริมาณเมฆและความชื้นสัมพัทธ์ โดยสถานที่ที่มีทัศนวิสัยในรอบวันคงที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย จะพบว่าปริมาณเมฆในรอบวันจะคงที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ในขณะที่สถานที่ที่มีทัศนวิสัยต่ำสุดในช่วงเช้า และสูงสุดในช่วงบ่ายนั้น จะมีปริมาณเมฆสูงในช่วงเช้าและช่วงค่ำ สอดคล้องกับข้อมูลจาก UK Air Pollution Information System APIS (2016) โดยที่ความชื้นสัมพัทธ์ในรอบวันนั้นพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตลอดรอบวัน ในรอบวันของสถานที่ที่ศึกษาส่วนใหญ่ทัศนวิสัยจะต่ำสุดในช่วงเช้า และสูงสุดในช่วงบ่าย (Tsai, Lin, and

Lee, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับที่ทุกสถานี่มีความชื้นสัมพัทธ์ในรอบวันสูงสุดในช่วงเช้า และต่ำสุดในช่วงบ่าย ทั้งนี้พบว่า มีผลจากอุณหภูมิเข้ามาเกี่ยวข้อง (Thai Meteorological Department, 2015) คือในเวลากลางวันพื้นโลกได้รับ พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ ส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้นและอากาศร้อนขึ้น จนร้อนที่สุดในช่วงบ่าย ในขณะที่ ตอนกลางคืนพื้นโลกไม่ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ แต่ยังมีพลังงานความร้อนส่วนหนึ่งที่สะสมไว้ และพื้นโลกยังคง คายความร้อนที่สะสมไว้ให้แก่อากาศ เมื่อพื้นโลกมีอุณหภูมิเท่ากับอากาศจะหยุดการคายความร้อน จึงเป็นช่วงเวลา ที่อากาศมีอุณหภูมิคงที่และมีอุณหภูมิต่ำที่สุด อุณหภูมิของอากาศเวลากลางคืนจึงต่ำกว่าในเวลากลางวัน (ในช่วงวัน เดียวกัน) ซึ่งอุณหภูมิต่ำสุดจะพบได้ในช่วงเวลากลางคืนถึงเช้านี้ และเป็นช่วงที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงที่สุดในรอบวัน ส่งผลทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวที่ทัศนวิสัยจะต่ำสุดในรอบวันเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ruangjun and Exell (2008) ที่นักพยากรณ์พบว่าความน่าจะเป็นที่ทัศนวิสัยต่ำ และทัศนวิสัยที่ไม่ดี พบได้ในช่วงเวลาเช้านี้ จากการ สังเกตการณ์สภาพอากาศในเวลา 01.00 น. และ 05.00 น. ณ สนามบินดอนเมือง รวมทั้งอาจเนื่องจากในรอบวันใน ช่วงเวลาตอนเช้าส่วนใหญ่ จะมีสภาวะ ที่เรียกว่า “อากาศมีเสถียรภาพ” (Stable air) มักเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มี อุณหภูมิต่ำ เช่น ในฤดูหนาวที่มีเมฆมากเวลากลางคืนถึงช่วงเช้า เป็นต้น ซึ่งเกิดการผกผันของอุณหภูมิ (Temperature of inversion) เนื่องจากบรรยากาศในระดับที่ใกล้พื้นผิวดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าบรรยากาศที่อยู่ด้านบน อากาศเย็นจะจมลงแทนที่จะลอยตัวขึ้นด้านบน เมื่ออากาศเสถียรหรือนิ่ง การกระจายตัวของมลพิษ หรืออนุภาคต่าง ๆ ในอากาศก็จะกระจายตัวไปได้น้อยเช่นกัน (Li et al., 2019) ส่งผลให้ทัศนวิสัยในช่วงเช้าต่ำที่สุดในรอบวัน ในทาง ตรงกันข้าม เมื่อ “อากาศไม่มีเสถียรภาพ” (Unstable air) จะส่งผลให้ทัศนวิสัยดีขึ้น และสูงกว่าในช่วงเช้า ซึ่งมัก เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิสูง เช่น เวลาในช่วงบ่าย ในฤดูร้อน เป็นต้น สอดคล้องกับสถานที่ศึกษาส่วนใหญ่จะ มีทัศนวิสัยสูงสุดในช่วงบ่าย ในขณะที่สถานที่ศึกษาส่วนน้อยจะพบว่า ทัศนวิสัยในรอบวันนั้นค่อนข้างจะคงที่ หรือมี การเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยพบที่บริเวณสถานีในจังหวัดที่มีอาณาเขตติดต่อกับชายฝั่ง มีเพียงสถานีเชียงใหม่ จังหวัด เชียงใหม่เพียงสถานีเดียวที่มีทัศนวิสัยในรอบวันคงที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยที่ปริมาณน้ำฝนในรอบวันนั้น ค่อนข้างมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ โดยส่วนใหญ่จะพบว่ามีปริมาณฝนมากในช่วงเวลาบ่ายถึงช่วงค่ำ มีเพียง พื้นที่บริเวณบางสถานที่ตอนบนสุดทั้งในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ 2 สถานีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มี ปริมาณน้ำฝนสูงในช่วงเช้า จากการศึกษาจึงพบว่าปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์ในรอบวันกับทัศนวิสัยค่อนข้างน้อย

ทั้งนี้ พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัยในรอบวันมากที่สุด และส่งผลทำให้ทัศนวิสัย ในการมองเห็นต่ำลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Deng et al. (2016) และ López et al. (2017) เมื่อเทียบกับ ปริมาณเมฆ และปริมาณน้ำฝนนั้น อาจเนื่องจากในรอบวัน 24 ชั่วโมง ความชื้นสัมพัทธ์นั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอด รอบวัน กล่าวคือ ในสภาวะที่อากาศนิ่งปริมาณไอน้ำในอากาศในพื้นที่ไม่เปลี่ยนแปลง ความชื้นสัมพัทธ์จะขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิอากาศ เมื่ออุณหภูมิอากาศต่ำในช่วงเช้า ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูง และเมื่ออุณหภูมิอากาศสูงในช่วงตอนบ่าย ความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าต่ำ เท่ากับว่ายังมีไอน้ำในอากาศเป็นจำนวนมาก เป็นสาเหตุทำให้เกิดปรากฏการณ์ทาง อุตุนิยมวิทยา เช่น หมอก น้ำค้าง เป็นต้น จากปัจจัยดังกล่าวส่งผลทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นแย่งลง

จึงสรุปได้ว่า ลักษณะการแปรผันรอบวันของทัศนวิสัยในทุกภาคของประเทศไทย พบว่ามีทัศนวิสัยต่ำสุด ในช่วงเช้านี้ และทัศนวิสัยสูงสุดในช่วงบ่าย ในขณะที่ความสัมพันธ์รอบวันของทัศนวิสัย กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ปริมาณเมฆ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝนนั้น พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนวิสัย ในรอบวันมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 จากการศึกษาสามารถนำผลไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ในทางคมนาคม ทั้งทางอากาศ ทางน้ำ และทางบก รวมทั้งด้านการท่องเที่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางการบิน ในกรณีที่มีสภาพอากาศไม่แน่นอน สภาพอากาศเลวร้าย ทักษะนักบินมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการนำเครื่องบินขึ้นและลงจอด

1.2 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการในด้านต่าง ๆ ที่มีทักษะเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากทักษะจะเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของคุณภาพอากาศได้เป็นอย่างดี และสามารถรับรู้การลดลงของทักษะได้ง่ายแม้ด้วยตาเปล่า รวมทั้งยังสามารถใช้ประเมินคุณภาพอากาศและทำนายสภาพอากาศเบื้องต้นในรอบวัน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการศึกษาเป็นเพียงการศึกษาจากปัจจัยที่มีผลต่อทักษะเบื้องต้น ทั้งนี้ยังมีปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาอื่น ๆ เช่น ทิศทางลม อุณหภูมิ ความกดอากาศ เป็นต้น รวมทั้งปัจจัยจากธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์อื่น ๆ เช่น การเกิดพายุ การคมนาคม ยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ การเผาไร่ การเผาขยะมูลฝอย รวมทั้งโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ที่มีความสัมพันธ์กับทักษะ

2.2 ผลที่ได้จากการศึกษาบางส่วนยังไม่ชัดเจนว่าลักษณะที่เกิดขึ้นมีสาเหตุหรือปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องอย่างไร จึงควรทำการศึกษาต่อในระดับที่ลึก รวมทั้งศึกษาปัจจัยอื่นเพิ่มเติม เพื่อให้ครอบคลุมและชัดเจนยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

จากการศึกษาได้รับการสนับสนุนข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จากกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อทำการศึกษาวิจัย รวมทั้งอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดการศึกษาในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

Bäumer, D., Vogel, B., Versick, S., Rinke, R., Möhler, O., and Schnaiter, M. (2008). Relationship of visibility, aerosol optical thickness and aerosol size distribution in an ageing air mass over South-West Germany. *Atmospheric Environment*, 42(5), 989-998.

<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2007.10.017>

Chotipong, A. (2018). Air pollution a problem in China. *Environmental Journal*, 22(1), 54-63. (in Thai)

Deng, H., Tan, H., Li, F., Cai, M., Chan, P. W., Xu, H., Huang, X. and Wu, D. (2016). Impact of relative humidity on visibility degradation during a haze event: A case study. *Science of The Total Environment*, 569-570, 1149-1158. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.190>

Deng, J., Wang, T., Jiang, Z., Xie, M., Zhang, R., Huang, X., and Zhu, J. (2011). Characterization of visibility and its affecting factors over Nanjing, China. *Atmospheric Research*, 101(3), 681-691. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2011.04.016>

Department of Disaster Prevention and Mitigation. (2014). *Disaster Risk Management Terminology*. Bangkok: Ministry of Interior. (in Thai)

- Huo, J., and Lu, D. (2009). Cloud Determination of All-Sky Images under Low-Visibility Conditions. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 26(10), 2172-2181.
<https://doi.org/10.1175/2009JTECHA1324.1>
- Hyvärinen, O., Julkunen, J., and Nietosvaara, V. (2007). Climatological Tools for Low Visibility Forecasting. *Pure and Applied Geophysics*, 164(6), 1383-1396.
<https://doi.org/10.1007/s00024-007-0224-5>
- Khaosod Online. (2017). Mae Hong Son: Pollution index & Low visibility. [Online]. Retrieved February 7, 2019, from: https://www.khaosod.co.th/around-thailand/news_261990 (in Thai)
- Kneringer, P., Dietz, S. J., Mayr, G. J., and Zeileis, A. (2019). Probabilistic Nowcasting of Low-Visibility Procedure States at Vienna International Airport During Cold Season. *Pure and Applied Geophysics*, 176(5), 2165-2177. <https://doi.org/10.1007/s00024-018-1863-4>
- Li, X., Huang, L., Li, J., Shi, Z., Wang, Y., Zhang, H., Ying, Q., Yu, X., Liao, H., and Hu, J. (2019). Source contributions to poor atmospheric visibility in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 143, 167-177. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.12.029>
- López, G., Bosch, J., Pulido-Calvo, I., and Gueymard, C. (2017). Visibility estimates from atmospheric and radiometric variables using artificial neural networks. *Air Pollution XXV*, 211.
- Matichon Online. (2019). *South battles Sumatra Island in Indonesia smog hazard*. [Online]. Retrieved February 7, 2019, from: https://www.matichon.co.th/local/quality-life/news_1667171 (in Thai)
- Malm, W. C. (2016). *Visibility*. Colorado, The United States of America: Elsevier.
- Ruangjun, S., and Exell, R. (2008). Regression Models for Forecasting Fog and Poor Visibility at Donmuang Airport in Winter. *Asian J. Energy Environ*, 9, 215-230.
- Sabetghadam, S., Ahmadi-Givi, F., and Golestani, Y. (2012). Visibility trends in Tehran during 1958–2008. *Atmospheric Environment*, 62, 512-520.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.09.008>
- Singh, A., Bloss, W., and Pope, F. (2017). 60 years of UK visibility measurements: Impact of meteorology and atmospheric pollutants on visibility. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17, 2085-2101. <https://doi.org/10.5194/acp-17-2085-2017>
- Thai Meteorological Department. (2015). Meteorology knowledge. [Online]. Retrieved January 8, 2020, from: <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=23> (in Thai)
- Tsai, Y. I., Lin, Y. and Lee, S. (2003). Visibility Variation with Air Qualities in the Metropolitan Area in Southern Taiwan. *Water*, 144. <https://doi.org/10.1023/A:1022901808656>
- UK Air Pollution Information System APIS. (2016). *Reduction of visibility*. [Online]. Retrieved December 17, 2019, from: http://www.apis.ac.uk/overview/issues/overview_reduction_of_visibility.htm