โครงการศึกษาการจัดทำระบบมาตรฐานความปลอดภัยด้านการจราจรและขนส่ง ระยะที่ 2

ภาคที่ 3 เล่มที่ 3

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2548

โดย :

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม

เลขที่ 35 ถนนเพชรบุรี เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

โทรศัพท์ : 0-2216-3480 โทรสาร : 0-2216-3481 E-Mail : tsp@otp.go.th

สามารถ download digital file ได้จากเว็บไซต์ http://www.otp.go.th

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)

มาตรฐานความปลอดภัยด้านการจราจรและขนส่ง

ISBN 974-456-603-5

จัดทำโดย :

- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- บริษัท ทรานส์คอนซัลท์ จำกัด

โทรศัพท์ : 0-2470-9683 โทรสาร : 0-2470-9684 E-Mail : tdrc@kmutt.ac.th

เว็บไซต์ : http://www.tdrc.kmutt.ac.th

ห้ามทำการพิมพ์เผยแพร่เพื่อผลประโยชน์ทางการค้า

โดยมิได้รับอนุญาตจากสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม

คำนำ

สถิติอุบัติเหตุการจราจรทางบกในประเทศไทยนับว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นเหตุให้เกิดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินเป็นมูลค่ามหาศาล ซึ่งปัจจัยหลักของการเกิดอุบัติเหตุจราจรทางบกนั้นประกอบด้วย คน รถ และถนน โดยในส่วนของถนนนั้น ความปลอดภัยทางถนนเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่ออัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุบัติเหตุและความรุนแรงของอุบัติเหตุการจราจรทางบก

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม มีภารกิจหลักเกี่ยวกับการเสนอแนะนโยบาย จัดทำแผนการขนส่ง การจราจร และความปลอดภัยจากการขนส่ง ประสานแผนด้านการขนส่งทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ การจราจร และความปลอดภัยจากการขนส่งให้สอดคล้องกับแผนหลักด้านการขนส่งและจราจร เพื่อให้เดินทางและการขนส่งสะดวก รวดเร็ว ประหยัด และปลอดภัย โดยคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดของเศรษฐกิจและสังคมโดยรวม ประกอบกับรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 ได้กำหนดให้รัฐต้องกระจายอำนาจสู่ท้องถิ่น อันมีผลทำให้หน่วยงานส่วนท้องถิ่นมีภารกิจและความรับผิดชอบเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะการก่อสร้าง การบำรุงรักษาถนน รวมทั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจร (Traffic Control Devices) เพื่ออำนวยความสะดวกและความปลอดภัยแก่ผู้ใช้รถใช้ถนน

สนข. ได้ตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องมีมาตรฐานความปลอดภัยด้านการจราจรและขนส่ง เพื่อให้หน่วยงานส่วนกลางและส่วนท้องถิ่นสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นรูปธรรม และเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วประเทศ จึงมอบหมายให้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีดำเนินโครงการศึกษาการจัดทำระบบมาตรฐานความปลอดภัยด้านการจราจรและขนส่งระยะที่ 2 เกี่ยวกับมาตรฐานอุปกรณ์เสริมความปลอดภัยด้านการจราจรและขนส่ง ซึ่งเป็นการศึกษาต่อเนื่อง จากระยะที่ 1 (ป้ายจราจร เครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง และสัญญาณไฟจราจร) ที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นไปแล้ว

ในการศึกษาระยะที่ 2 นี้เป็นการศึกษาเพิ่มเติมมาตรฐานความปลอดภัยด้านการจราจรและขนส่งให้ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้นเพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีมาตรฐานความปลอดภัย รวมทั้งแนวทาง (Guideline) ในการนำมาตรฐานความปลอดภัยดังกล่าวไปใช้งานในพื้นที่รับผิดชอบได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วประเทศ เพื่อลดความสับสนและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดระบบการจราจรบนท้องถนน ซึ่งจะช่วยป้องกันรวมทั้งลดปัญหาและความรุนแรงของอุบัติเหตุของการจราจรบนท้องถนนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

นายคำรบลักขิ์ สุรัสวดี

ผู้อำนวยการสำนักงานนโยบายและแผน
การขนส่งและจราจร

คำนำ

โครงการศึกษาการจัดทำระบบมาตรฐานความปลอดภัยด้านการจราจรและขนส่ง ระยะที่ 2 เป็นโครงการที่สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ดำเนินการตามนโยบายรัฐบาลโดยอาศัยอำนาจตามพระราชบัญญัติคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก พ.ศ. 2521 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2535 ที่ต้องมีการกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับการจัดระบบการจราจรทางบกเพื่อให้ประชาชนสามารถเดินทางได้ด้วยความสะดวก รวดเร็ว ประหยัด และปลอดภัย โดยได้มอบหมายศูนย์วิจัยและพัฒนาการจราจรและขนส่ง (TDRC) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) เป็นผู้ดำเนินการศึกษาร่วมกับมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร และ บริษัท ทรานส์คอนซัลท์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารระบบมาตรฐานความปลอดภัยด้านการจราจรและขนส่งระยะที่ 2 ที่พัฒนาต่อเนื่องจากเอกสารมาตรฐานความปลอดภัยการจราจรและขนส่งระยะที่ 1 ซึ่งได้จัดทำเป็นคู่มือสำหรับหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลถนนและทางหลวง เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทาง (Guideline) ในการจัดการและควบคุมการจราจรบริเวณต่าง ๆ ให้เป็นแบบอย่างเดียวกันทั่วประเทศ (Uniformity of Traffic Control Devices and their Applications) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและประสิทธิภาพในระบบการจราจรบนท้องถนนได้เป็นอย่างดี เอกสารที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีทั้งหมด 5 ภาค ประกอบด้วยคู่มือจำนวน 12 เล่ม และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป 1 ชุด โดยมีรายการเอกสาร ดังต่อไปนี้

ภาคที่ 1 **คู่มือมาตรฐานอุปกรณ์เสริมความปลอดภัย** ประกอบด้วยเอกสาร 2 เล่ม คือ
- คู่มือและมาตรฐานราวกันอันตราย
- คู่มือและมาตรฐานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

ภาคที่ 2 **คู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัย** ประกอบด้วยเอกสาร 4 เล่ม คือ
- คู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทางสำหรับรถจักรยานยนต์
- คู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทางสำหรับรถจักรยาน
- คู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทางสำหรับคนเดินเท้า
- คู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ

ภาคที่ 3 คู่มือการปรับปรุงแก้ไขจุดอันตราย ประกอบด้วยเอกสาร 3 เล่ม คือ
คู่มือการปรับปรุงแก้ไขจุดอันตรายบริเวณทางแยก
คู่มือการปรับปรุงแก้ไขจุดอันตรายบริเวณทางโค้ง
คู่มือการปรับปรุงแก้ไขจุดอันตรายบริเวณจุดตัดทางรถไฟ

ภาคที่ 4 คู่มือการจัดการบนถนน ประกอบด้วยเอกสาร 2 เล่ม คือ
คู่มือใช้งานป้ายแนะนำบริการ
คู่มือการจัดการโดยใช้วิธีการสยบหรือยับยั้งการจราจร

ภาคที่ 5 ระบบสนับสนุนการผลิตและจัดทำป้ายจราจรให้เป็นแบบอย่างเดียวกัน

การพัฒนาระบบมาตรฐานความปลอดภัยด้านการจราจรและขนส่งระยะที่ 2 นี้ เป็นความพยายามในการรวบรวมมาตรฐานความปลอดภัยการจราจรและขนส่งที่หน่วยงานต่าง ๆ ทั้งของประเทศไทยและของต่างประเทศได้จัดทำขึ้นในอดีตมาใช้หรือมาประยุกต์ใช้ตามหลักสากลของวิศวกรรมจราจร เพื่อให้หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีแนวทางการปฏิบัติ (Guideline) ที่เป็นแบบอย่างเดียวกันทั่วประเทศ หากท่านมีข้อแนะนำเพื่อนำมาพัฒนาเอกสารนี้ต่อไปในอนาคต โปรดติดต่อได้ที่ โทร. 0-2216-3480 สำนักแผนความปลอดภัย สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม

คณะผู้จัดทำ

รายชื่อคณะกรรมการกำกับการศึกษา

โครงการศึกษาการจัดทำระบบมาตรฐานความปลอดภัย ด้านการจราจรและขนส่ง (ระยะที่ 2)

1. ดร. คำรบลักขิ์ สุรัสวดี ---------- ที่ปรึกษา
   ผู้อำนวยการ สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)
   กระทรวงคมนาคม
2. นายเลิศชาย นิลสลับ ---------- ที่ปรึกษา
   รองผู้อำนวยการ สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)
   กระทรวงคมนาคม
3. นายจำรูญ ตั้งไพศาลกิจ ---------- ประธานกรรมการ
   ผู้อำนวยการสำนักแผนความปลอดภัย
   สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)
   กระทรวงคมนาคม
4. นายดำริห์ ไทยขำ ---------- กรรมการ
   เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 9 ชช. กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
   กระทรวงมหาดไทย
5. นายจินดา มงคลสวัสดิ์ ---------- กรรมการ
   รองผู้อำนวยการสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง
   กระทรวงคมนาคม
6. ดร. เทียม เจนงามกุล ---------- กรรมการ
   ผู้อำนวยการสำนักบำรุงรักษาและอำนวยความปลอดภัยงานทาง กรมทางหลวงชนบท
   กระทรวงคมนาคม
7. นายวิศว์ รัตนโชติ ---------- กรรมการ
   ผู้อำนวยการกลุ่มอำนวยความปลอดภัยสำนักบำรุงรักษาและอำนวยความปลอดภัยงานทาง
   กรมทางหลวงชนบท
   กระทรวงคมนาคม
8. นางกัลยา นาควัชระ ---------- กรรมการ
   หัวหน้ากลุ่มงานวิศวกรรมความปลอดภัย กองวิศวกรรมจราจร
   กรุงเทพมหานคร

9. นายสมเจตน์ สินสถาพรพงศ์ ---------- กรรมการ
นักวิชาการมาตรฐาน 8ว สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม
10. ดร. สามารถ ราชพลสิทธิ์ ---------- กรรมการ
ประธานอนุกรรมการสาขาการจราจรและขนส่ง
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
11. ผู้อำนวยการกองส่งเสริมระบบการขนส่งและจราจรในภูมิภาค ---------- กรรมการ
สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)
กระทรวงคมนาคม
12. ผู้อำนวยการส่วนแผนความปลอดภัยด้านการขนส่งและจราจร ---------- กรรมการ
สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)
กระทรวงคมนาคม
13. ผู้อำนวยการสำนักงานเลขานุการคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก -------- กรรมการ
สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)
กระทรวงคมนาคม
14. นายกุลธน แย้มพลอย ---------- กรรมการ
เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 8 ว
สำนักงานเลขานุการกรม สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)
กระทรวงคมนาคม
15. นางสาวทัศนีย์ ศิลปบุตร ---------- กรรมการและเลขานุการ
เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 8 ว
สำนักแผนความปลอดภัย สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)
กระทรวงคมนาคม
16. นางสาววรรณกร สกุลพราหมณ์ ---------- กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 7 ว
สำนักแผนความปลอดภัย สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)
กระทรวงคมนาคม
17. นายสันติภาพ ศิริยงค์ ---------- กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 5
สำนักแผนความปลอดภัย สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)
กระทรวงคมนาคม
18. นายชัชวาล สิมะสกุล ---------- ผู้ช่วยเลขานุการ
เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 4
สำนักแผนความปลอดภัย สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)
กระทรวงคมนาคม

คณะที่ปรึกษา

นายกิติพล อัศภาภรณ์	ผู้จัดการโครงการ/ผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือการปรับปรุงแก้ไขจุดอันตรายบริเวณทางแยก” และ “คู่มือใช้งานป้ายแนะนำบริการ”
ผศ.ดร. ธวัชชัย เหล่าศิริหงษ์ทอง	รองผู้จัดการโครงการ/ผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทาง สำหรับจักรยาน” และ “คู่มือการปรับปรุงแก้ไขจุดอันตรายบริเวณทางโค้ง”
ดร. ประกิจ เปรมธรรมกร	ผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือและมาตรฐานราวกันอันตราย”
ดร. อัจฉราวรรณ จุฑารัตน์	ผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือและมาตรฐานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง”
รศ. ลำดวน ศรีศักดา	ผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทาง สำหรับจักรยานยนต์”
ผศ. ดร. สมประสงค์ สัตยมัลลี	ผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทาง สำหรับคนเดินเท้า”
นายสุกิจ ปัจธนศักดิ์	ผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัย บริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ ”และ “คู่มือการปรับปรุงแก้ไขจุดอันตรายบริเวณจุดตัดทางรถไฟ”

ดร. พนกฤษณ คลังบุญครอง	ผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือการจัดการโดยใช้วิธีการสยบหรือยับยั้งการจราจร”
ดร. นครินทร์ สัทธรรมนุวงศ์	ผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “ระบบสนับสนุนการผลิตและจัดทำป้ายจราจรให้เป็นแบบอย่างเดียวกัน”
ผศ. เอนก ศิริพานิชกร	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมขนส่ง/โยธา
ดร. สกล ธีรวรัญญู	ผู้เชี่ยวชาญด้านพฤติกรรมตอบสนอง
รศ.ดร. สมเกียรติ รุ่งทองใบสุรีย์	ผู้เชี่ยวชาญด้านบำรุงรักษาอุปกรณ์จราจร
ผศ.ดร. จินต์ อโณทัย	ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม
นายนิพัทธ์ สมิทธิกานน	ผู้เชี่ยวชาญด้านพัฒนาสื่อและเอกสาร
นายไมตรี เรืองปิ่น	ผู้เชี่ยวชาญด้านการวางผังเมืองและกฎหมายการขนส่งและจราจร
นายชาญวิทย์ อาจสมิติ	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจร
นายสงวน ลิ่มเจริญชาติ	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

บุคลากรสนับสนุน

นายพรเทพ พวงประโคน	ผู้ช่วยผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือและมาตรฐานราวกันอันตราย”
นายณัฐวุฒิ อัศวสงคราม	ผู้ช่วยผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือและมาตรฐานราวกันอันตราย”
นายกานต์ เฉลิมวงศ์พันธ์	ผู้ช่วยผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือและมาตรฐานราวกันอันตราย”
นายทรรศนะ บุญอยู่	ผู้ช่วยผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทางสำหรับรถจักรยาน”
นายสุชาติ ภัทรมุนีกุล	ผู้ช่วยผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทางสำหรับรถจักรยาน”
นางสาวสมหฤทัย บุตรจันทร์	ผู้ช่วยผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทางสำหรับคนเดินเท้า”
นายนทชัย วงษ์เชาวลิตกุล	ผู้ช่วยผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ”
นางสาวอาธิดา งามสม	ผู้ช่วยผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือการปรับปรุงแก้ไขจุดอันตรายบริเวณทางแยก”
นายกฤษณ์ เจ็ดวรรณะ	ผู้ช่วยผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือการปรับปรุงแก้ไขจุดอันตรายบริเวณทางโค้ง”
นายอรุณรัตน์ ไชยวิริยโชติ	ผู้ช่วยผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือการปรับปรุงแก้ไขจุดอันตรายบริเวณทางโค้ง”

ดร. มนสิชา เพชรานนท์	ผู้ช่วยผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือการจัดการโดยใช้วิธีการสยบหรือยับยั้งการจราจร”
นายอาทิตย์ ทิพย์พิชัย	ผู้ช่วยผู้วิจัยหลักในการพัฒนา “คู่มือการจัดการโดยใช้วิธีการสยบหรือยับยั้งการจราจร”

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 อุบัติเหตุบริเวณจุดตัดทางรถไฟ 1

1.2 องค์ประกอบหลักของระบบการจราจรและขนส่งกับความปลอดภัย 3

1.3 วัตถุประสงค์คู่มือ 4

บทที่ 2 ลักษณะทางกายภาพที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ 6

2.1 ระยะมองเห็นปลอดภัย 6

2.2 มุมของจุดตัดระหว่างถนนและรถไฟ 11

2.3 ความชันของทางตัดผ่านทางรถไฟ 11

2.4 ความโค้งของถนนหรือรถไฟ 11

2.5 ลักษณะของผิวทางบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ 12

บทที่ 3 การรับรู้และตอบสนองของผู้ขับขี่บริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ 13

3.1 การคาดคะเนของผู้ขับขี่ 13

3.2 การรับรู้ระดับความเร็วและระยะห่างของรถไฟที่แล่นมา 15

3.3 การรบกวนสมาธิผู้ขับขี่ 16

3.4 เสียงหวีดรถไฟ 16

3.5 ความสามารถในการมองเห็นของผู้ขับขี่ 17

บทที่ 4 มาตรการแก้ไขจุดอันตรายบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ 18

4.1 การปรับปรุงทางกายภาพและเครื่องหมายจราจรบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ 18

4.2 การปิดและยกเลิกทางตัดผ่านเสมอระดับ 22

4.3 การขยายทางตัดผ่านเสมอระดับระหว่างทางรถไฟกับทางรถยนต์ 23

4.4 การพิจารณาการสร้างทางตัดผ่านต่างระดับ 23

บทที่ 5 กรณีศึกษา **24**

5.1 กรณีศึกษาที่ 1 : ทางลักผ่านทางรถไฟ เส้นมหาชัย-บ้านขอม จ. สมุทรสาคร 25

5.2 กรณีศึกษาที่ 2 : ทางลักผ่านทางรถไฟ เส้นโคกคลี-แผ่นดินทอง จ. ลพบุรี 40

อภิธานศัพท์ **56**

บรรณานุกรม **57**

บทที่ 1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงถึงปัญหาและสถานการณ์ของความปลอดภัยที่บริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟในปัจจุบัน โดยอธิบายในรูปของสถิติอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่เน้นให้เห็นถึงความสำคัญของการปรับปรุงแก้ไขจุดอันตราย

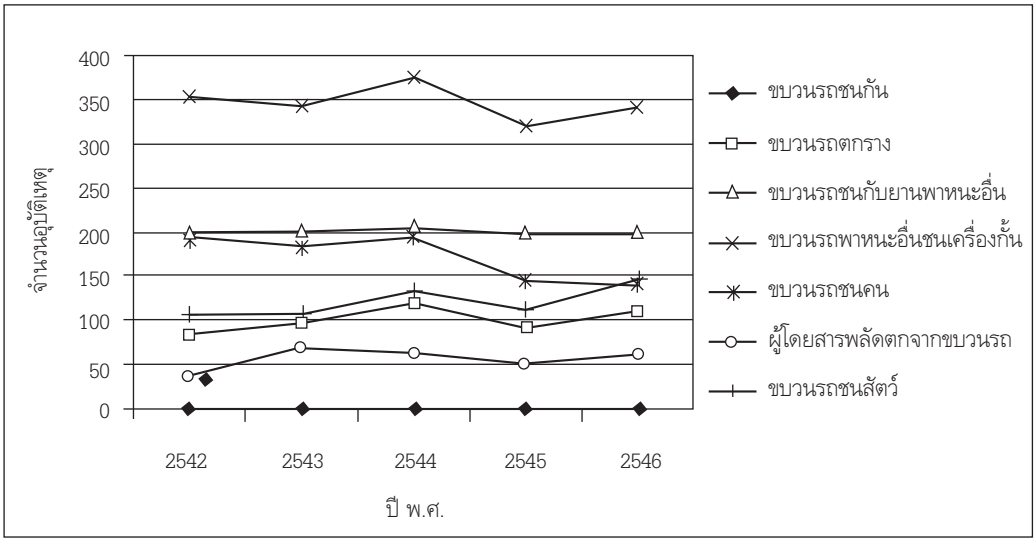
1.1 อุบัติเหตุบริเวณจุดตัดทางรถไฟ

ตามสถิติการเกิดอุบัติเหตุของการรถไฟแห่งประเทศไทย ช่วงปี พ.ศ. 2542-2546 จะพบว่าในแต่ละปีมีอุบัติเหตุรถไฟเกิดขึ้นประมาณ 920-1,100 ครั้ง ทำให้มีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บประมาณ 200-350 ราย เมื่อแยกพิจารณาเฉพาะอุบัติเหตุการเดินรถไฟที่จุดตัดผ่าน จะพบว่าอุบัติเหตุในลักษณะขบวนรถไฟชนกับยานพาหนะอื่น และขบวนรถไฟชนคนจะเกิดเหตุประมาณปีละ 360-400 ครั้ง โดยมีผู้บาดเจ็บประมาณ 160-210 ราย และมีผู้เสียชีวิต 150-200 ราย ซึ่งโดยเฉลี่ยอุบัติเหตุรถไฟที่บริเวณทางตัดผ่านมีอัตราผู้บาดเจ็บหรือเสียชีวิตประมาณ 1 รายต่อครั้ง

รูปที่ 1-1 แสดงชนิดการเกิดอุบัติเหตุของรถไฟปี พ.ศ. 2542-2546 จากรายละเอียดแสดงให้เห็นอุบัติเหตุจากยานพาหนะชนเครื่องกั้นนั้นจะสูงมากกว่าอุบัติเหตุลักษณะอื่น ๆ รองลงมาคืออุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเนื่องจากขบวนรถชนกับยานพาหนะและขบวนรถชนคนตามลำดับตารางที่ 1-1 แสดงสถิติขบวนรถชนกับรถยนต์ที่ทางผ่านเสมอระดับชนิดต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไปในปี พ.ศ. 2546 จากตารางจะเห็นได้ว่า ทางลักผ่านมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นสูงรองจากทางตัดผ่านชนิดไม่มีเครื่องกั้นในทางกลับกันอาจสังเกตได้ว่า เนื่องจากทางลักผ่านเหล่านี้โดยส่วนมากมีปริมาณการจราจรที่น้อยและเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนอุบัติเหตุต่อปริมาณการจราจรทางลักผ่านถือเป็นจุดที่มีสัดส่วนของอุบัติเหตุต่อปริมาณการจราจรมากที่สุดตามด้วยทางตัดผ่านชนิดที่ไม่มีเครื่องกั้นและจุดผ่านชนิดที่มีเครื่องกั้นตามลำดับ

จากสถิติข้างต้นจึงเห็นได้ชัดว่าบริเวณที่ถนน หรือทางหลวงตัดผ่านทางรถไฟที่ระดับเดียวกันหรือเสมอระดับเป็นจุดที่เกิดอุบัติเหตุขึ้นบ่อยครั้งและในแต่ละครั้งนั้น มักมีความรุนแรงจนทำให้เกิดความสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินเสมอ ซึ่งสาเหตุหลัก ๆ ที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุที่ทางตัดผ่านทางรถไฟต่าง ๆ นั้น นอกเหนือจากพฤติกรรมผู้ขับขี่แล้ว อาจเกิดจากสภาพทางกายภาพและสภาพแวดล้อมรวมถึงการจัดการที่ไม่ได้มาตรฐานหรือไม่ถูกต้องเหมาะสมที่ทางผ่านทางรถไฟนั้น จุดมุ่งหมายของการจัดทำคู่มือฉบับนี้จึงเน้นการให้ความรู้และมาตรการต่าง ๆ

ที่สามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาจุดอันตรายบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ โดยมุ่งหวังที่จะป้องกันหรืออย่างน้อยลดจำนวนการเกิดอุบัติเหตุที่ทางตัดผ่านทางรถไฟให้ได้มากที่สุด



รูปที่ 1-1 กราฟแสดงชนิดการเกิดอุบัติเหตุของรถไฟ ปี พ.ศ. 2542-2546

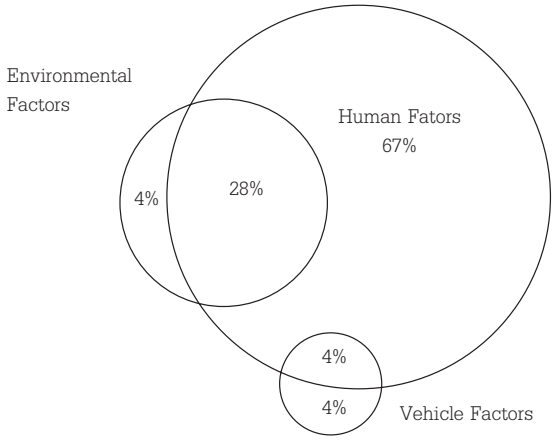
ตารางที่ 1-1 สถิติขบวนรถชนกับรถยนต์ที่ทางผ่านเสมอระดับตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป ปี พ.ศ.2546

สถานที่	จำนวนครั้ง	มีเครื่องกั้น	ไม่มีเครื่องกั้น	ทางลักผ่าน
ปราจีนบุรี-โคกมะกอก	3		✓	
ดอนเมือง-รังสิต	2			✓
ท่าเรือน้อย-กาญจนบุรี	2	✓		
วังเย็น-กาญจนบุรี	2			✓
สระแก้ว-วัฒนานคร	2			✓
โคกคลี-แผ่นดินทอง	2		✓	
ดอนทราย-นากรูด	2		✓	
ชท.บ้านทุ่งโพธิ์-สุราษฎร์ธานี	2		✓	
ตาเซะ-ยะลา	2		✓	

ที่มา : การรถไฟแห่งประเทศไทย

1.2 องค์ประกอบหลักของระบบการจราจรและขนส่งกับความปลอดภัย

องค์ประกอบหลักของระบบการจราจรและขนส่ง ประกอบด้วย ผู้ใช้รถ ใช้ถนน สิ่งแวดล้อมบนถนน และยวดยาน อุบัติเหตุบนท้องถนนเกิดขึ้นจากความผิดพลาดหรือความบกพร่องขององค์ประกอบหนึ่งหรือหลายองค์ประกอบร่วมกัน รูปที่ 1-2 แสดงความเกี่ยวเนื่องขององค์ประกอบหลักเหล่านี้กับสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ จากรูปที่ 1-2 จะเห็นได้ว่า ความผิดพลาดของผู้ใช้รถใช้ถนนเป็นปัจจัยที่ร่วมอยู่ในสาเหตุของอุบัติเหตุถึงร้อยละ 95 ตามด้วยความบกพร่องของถนนและสิ่งแวดล้อมร้อยละ 28 และความบกพร่องของยวดยานร้อยละ 8



รูปที่ 1-2 ปัจจัยร่วมของการเกิดอุบัติเหตุ

ที่มา : Gordon Lee Road Environment Safety, Road

Safety Audit Training Course Queensland Department of Main Roads Australia

โดยทั่วไปแล้วเราอาจแยกสาเหตุของอุบัติเหตุได้เป็น 2 สาเหตุหลัก ๆ คือ

1. อุบัติเหตุเกิดขึ้นเนื่องจากการคาดคะเนที่ผิดพลาดของผู้ขับขี่
2. อุบัติเหตุเกิดขึ้นเนื่องจากผู้ขับขี่ไม่สามารถสังเกตเห็นทางตัดผ่านทางรถไฟ

ในกรณีที่ 1 ซึ่งเกิดจากการคาดคะเนที่ผิดพลาดของผู้ขับขี่ หรือผู้ขับขี่ไม่คาดคิดว่ารถไฟจะแล่นมาถึงทางตัดผ่านในจังหวะที่กำลังขับรถผ่านทางข้ามอุบัติเหตุ ในกรณีนี้อาจเกิดขึ้นเนื่องจากหลายสาเหตุ อาทิ ภาพลวงตาที่เกิดขึ้นที่บริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ (ดูรายละเอียดได้ในบทที่ 3) แสงอาทิตย์ส่องย้อนกลับทำให้ผู้ขับขี่ไม่สามารถสังเกตเห็นสัญญาณเตือนต่าง ๆ บริเวณทางตัดผ่าน หรือความมืดของท้องถนนข้างหน้าในเวลากลางคืนทำให้ยากต่อการสังเกตเห็นเครื่องหมายและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ

ส่วนสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในกรณีที่ 2 ซึ่งผู้ขับขี่ไม่สามารถสังเกตเห็นทางตัดผ่านทางรถไฟนั้น อาจเกิดขึ้นเนื่องจาก

- ทางตัดผ่านไม่มีเครื่องหมายจราจรหรืออุปกรณ์ควบคุม หรือมีการติดตั้งเครื่องหมายจราจรหรืออุปกรณ์ควบคุมไม่เพียงพอ
- ทางตัดผ่านอยู่ใกล้กับทางแยกทำให้ผู้ขับขี่เบี่ยงเบนความสนใจไปที่รถบริเวณทางแยกมากกว่าการเดินทางปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่าน
- ผิวทางบริเวณทางตัดผ่านเป็นหลุมบ่อซึ่งผู้ขับขี่อาจให้ความสนใจในการเลือกเส้นทางสัญจรที่ราบเรียบมากกว่าการเดินทางปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่าน

หากนำองค์ประกอบและสาเหตุที่เสนอไว้ข้างต้นเหล่านี้มาวิเคราะห์ และตั้งสมมุติฐานที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ โดยมีจุดประสงค์เพื่อสามารถนำมาใช้เป็นประเด็นในการแก้ไขอุบัติเหตุบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟสรุปได้ดังนี้

- อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเนื่องจากทัศนะวิสัยและสภาพแวดล้อมตลอดจนการรับรู้และตอบสนองของผู้ขับขี่ที่ย่ำแย่บริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ
- อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเนื่องจากความประมาท คะนอง และไม่ปฏิบัติตามกฎจราจรของผู้ขับขี่

1.3 วัตถุประสงค์ของคู่มือ

ดังที่ได้เสนอไว้ข้างต้นประเด็นสำคัญ ๆ ที่ควรเอาใจใส่ในการปรับปรุงทางตัดผ่านอันตรายในประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้ 2 กรณีหลัก ๆ คือ

1. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเนื่องจากทัศนะวิสัยและสภาพแวดล้อมที่ย่ำแย่บริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ
2. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเนื่องจากความประมาท คะนอง และไม่ปฏิบัติตามกฎจราจรของผู้ขับขี่

ซึ่งการแก้ไขในประเด็นแรกนั้นอาจทำได้โดยใช้หลักการทางวิศวกรรม (Engineering) ในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมและทัศนะวิสัยบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ เช่น การปรับปรุงระยะมองเห็นปลอดภัย การติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องหมายจราจรเพิ่มเติม หรือการปรับปรุงสภาพผิวทางบริเวณทางตัดผ่าน ส่วนการแก้ไขสมมุติฐานในประเด็นที่ 2 นั้น อาจทำได้โดยการควบคุมผู้ขับขี่ในทางกฎหมาย (Enforcement) การให้ความรู้ความเข้าใจกับผู้ขับขี่เกี่ยวกับสาเหตุ และความร้ายแรงของอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นพร้อมทั้งหลักการปฏิบัติในการเดินทางผ่านบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ (Education) และการส่งเสริมในเรื่องของการปฏิบัติตามกฎจราจรและการขับขี่ปลอดภัย (Encouragement)

เนื้อหาในคู่มือเล่มนี้จะเน้นไปที่การปรับปรุงและแก้ไขสมมุติฐานข้อแรกของอุบัติเหตุ หรืออาจใช้หลักการด้านวิศวกรรม (Engineering) โดยมีวัตถุประสงค์ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับทางและทางหลวง ทั้งส่วนกลางและส่วนท้องถิ่นสามารถนำแนวทางและหลักการที่ได้เสนอในคู่มือไปปฏิบัติ หรืออ้างอิงในงานการปรับปรุงสภาพ หรือปัญหาความปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟอันตรายอีกทั้งเนื้อหายังได้เน้น

แนวทางการนำเสนอไปที่ตัวอย่างของการวิเคราะห์ปัญหาและการปรับปรุงแก้ไขทางตัดผ่านที่เป็นจุดอันตรายหรือบริเวณที่มีอุบัติเหตุบ่อยครั้ง โดยรูปแบบของคู่มือได้จัดทำเพื่อใช้เป็นตัวเสริมกับเนื้อหาในคู่มือของการจัดการด้านความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ ที่ได้กล่าวในรายละเอียดของมาตรฐานการติดตั้งป้ายและอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนั้น เพื่อประโยชน์สูงสุดในกระบวนการวิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาที่ทางตัดผ่านทางรถไฟ ผู้อ่านอาจนำคู่มือการจัดการด้านความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟมาศึกษาประกอบหรืออ้างอิงกับคู่มือเล่มนี้

อนึ่งในปัจจุบันระบบการขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transportation System) ที่ทางตัดผ่านทางรถไฟได้เริ่มมีการดำเนินการให้ติดตั้งและมีการใช้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศ เช่น มีการติดตั้งโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) เพื่อบันทึกภาพเหตุการณ์เมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นที่บริเวณทางตัดผ่าน ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุได้โดยละเอียด ในประเทศไทยอุปกรณ์ควบคุมที่บริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟที่มีการติดตั้งใช้และเข้าข่ายอุปกรณ์ประเภทนี้ คืออุปกรณ์เครื่องกั้นประเภทคานกั้นอัตโนมัติและสัญญาณไฟวาบชนิดต่าง ๆ เนื่องจากอุปกรณ์ชนิดอื่น ๆ ที่มีอยู่ในระบบการขนส่งอัจฉริยะยังใช้ทุนของอุปกรณ์การติดตั้ง และการบำรุงรักษาที่สูง ดังนั้นขอบข่ายการนำเสนอในคู่มือเล่มนี้จะเสนอแนวทาง และความรู้ในประเด็นที่หน่วยงานทางและทางหลวงต่าง ๆ สามารถนำไปใช้ได้ทั้งในเรื่องของความเป็นไปได้ทางมูลค่าของอุปกรณ์หรือความรู้ความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์ โดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีความรู้พื้นฐาน และใช้ในประเทศไทยอยู่ก่อนแล้ว

บทที่ 2 ลักษณะทางกายภาพที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ

ลักษณะทางกายภาพของทางรถไฟที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟนั้น ประกอบไปด้วย ระยะมองเห็นปลอดภัย มุมของจุดตัดระหว่างถนนกับรถไฟ ความชันของทางตัดผ่านทางรถไฟ ความโค้งของถนนหรือทางรถไฟ และลักษณะของผิวทางบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ

2.1 ระยะมองเห็นปลอดภัย

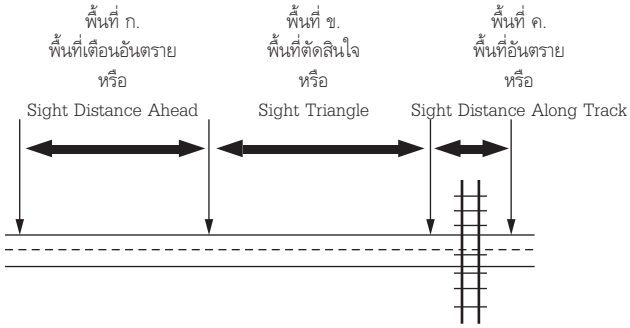
การมองเห็นและระยะการมองเห็นของผู้ขับขี่เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการควบคุมการเดินรถ หรือการตัดสินใจลักษณะทางกายภาพของบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟที่ดีต้องสามารถมองเห็นได้ชัดเจน และมีระยะการมองเห็นที่เพียงพอต่อการตัดสินใจ ผู้ขับขี่จึงสามารถข้ามทางตัดผ่านทางรถไฟได้ด้วยความสะดวกและปลอดภัย

การออกแบบระยะมองเห็นปลอดภัยในบริเวณทางข้ามทางรถไฟนั้น อาศัยหลักการของสามเหลี่ยมการมองเห็น (Sight Triangle) ในการออกแบบสามเหลี่ยมการมองเห็นปลอดภัย คือ ระยะมองเห็นปลอดภัยที่ผู้ขับขี่สามารถมองเห็นได้โดยปราศจากอุปสรรค หรือ สิ่งที่บดบังสายตาใด ๆ ภายในพื้นที่ของสามเหลี่ยมปลอดภัย จุดประสงค์ของการใช้สามเหลี่ยมมองเห็นปลอดภัยนี้ก็เพื่อให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะมีระยะมองเห็นที่เพียงพอเพื่อสามารถตัดสินใจหยุด หรือ ข้ามทางรถไฟได้ในระยะที่ปลอดภัยก่อนรถไฟจะมาถึง ปัจจัยที่อาจเป็นอุปสรรคต่อระยะมองเห็นปลอดภัยได้แก่ แนวระดับและแนวดิ่ง ความลาดชันของทาง และสิ่งกีดขวางข้างทาง

ระยะมองเห็นปลอดภัยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทด้วยกันคือ

1. ระยะมองเห็นปลอดภัยในพื้นที่เตือนอันตราย
2. ระยะมองเห็นปลอดภัยในพื้นที่ตัดสินใจ
3. ระยะมองเห็นปลอดภัยในพื้นที่อันตราย

รูปที่ 2-1 แสดงตำแหน่งของพื้นที่ต่าง ๆ เหล่านี้



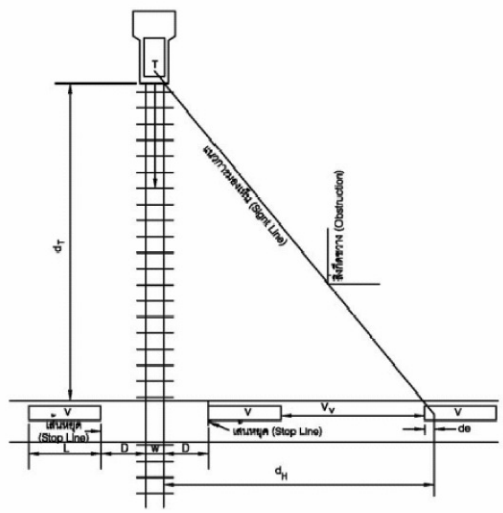
รูปที่ 2-1 ส่วนประกอบของทางผ่าน ณ ทางตัดผ่านทางรถไฟที่ใช้เป็น

พื้นที่ ก. พื้นที่เตือนอันตรายหรือ Sight Distance Ahead Zone

พื้นนี้ในระยะนี้เป็นพื้นที่เริ่มต้นก่อนผู้ขับขี่จะเคลื่อนที่เข้าสู่เขตของทางตัดผ่านทางรถไฟ ระยะของพื้นที่นี้ โดยทั่วไปแล้วควรติดตั้งป้ายและเครื่องหมายเตือนผู้ขับขี่เกี่ยวกับทางตัดผ่านทางข้างหน้าหรือรถไฟที่เคลื่อนที่มาข้างหน้า ลักษณะทางกายภาพและเรขาคณิตของถนนควรได้รับการดูแลเพื่อให้ผู้ขับขี่สามารถมองเห็นเครื่องหมายจราจรต่าง ๆตลอดจนสังเกตเห็นรถไฟที่เคลื่อนที่อยู่ข้างหน้า ในกรณีที่สถาพทางกายภาพเหล่านี้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ควรติดตั้งอุปกรณ์ตอบสนองชนิดอื่น ๆ เพิ่มเติมตามความเหมาะสม เช่น สัญญาณไฟวาบหรือป้ายลดความเร็ว

พื้นที่ ข. พื้นที่ตัดสินใจ หรือ Sight Triangle Zone

พื้นที่ในระยะนี้ผู้ขับขี่จะเข้าสู่สภาวะที่ต้องตัดสินใจที่จะหยุด หรือเดินทางข้ามทางรถไฟต่อไปอย่างปลอดภัย พื้นที่ในบริเวณสามเหลี่ยมมองเห็นปลอดภัยนี้ ควรได้รับการดูแลเป็นพิเศษโดยมิให้มีสิ่งกีดขวางใด ๆ เช่น หญ้ารกริมทาง หรือ รถบรรทุกที่จอดสนิทอยู่ข้างทาง บดบังสายตาของผู้ใช้รถใช้ถนน รูปที่ 2-2 แสดงการคำนวณระยะหยุดปลอดภัยดังกล่าว โดยสูตรการคำนวณสามารถอ้างอิงได้จากเอกสารมาตรฐาน “Geometric Design of Highways and Streets” ของ AASHTO ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยแสดงตัวอย่างของผลการคำนวณระยะมองเห็นปลอดภัย ในกรณีที่ทางตัดผ่านทางรถไฟชนิดรางเดียวและเป็นทางตรง ซึ่งมีมุมตั้งฉากกับทางรถไฟไว้ดังตารางที่ 2-1



รูปที่ 2-2 สามเหลี่ยมมองเห็นปลอดภัยของรถที่เคลื่อนที่ในพื้นที่ตัดสินใจ (พื้นที่ ข.)

สมการที่ 1

$$dH = AVvt + \frac{BV^2_v}{a} D + d_e$$

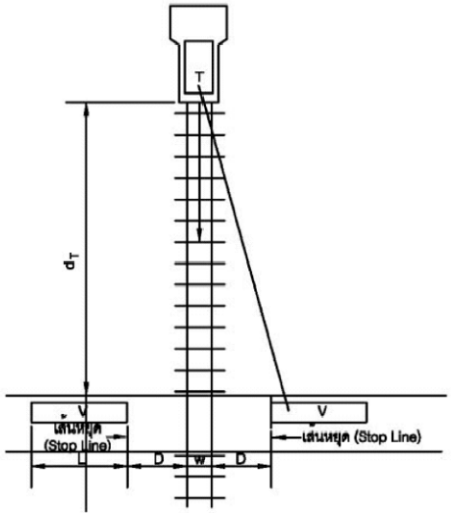
สมการที่ 2

$$dH = \frac{BV^2_v}{V_v} [(A)V_v t + \frac{BV^2_v}{a} 2D + L + W]$$

โดย	t คือ ระยะเวลาตอบสนอง = 2.5 วินาที
A คือ ค่าคงที่ = 0.278	a คือ ระยะเวลาตอบสนอง = 3.4 วินาที^{2}
B คือ ค่าคงที่ = 0.039	D คือ ระยะเวลาจากเส้นหยุดถึงรางรถไฟที่ใกล้สุด
d_M คือ ระยะมองเห็นปลอดภัยของยาพาหนะ (เมตร)	สมมติให้เป็นระยะ 45 เมตร
d_I คือ ระยะมองเห็นปลอดภัยของรถไฟ (เมตร)	L คือ ความยาวของรถ สมมติให้เป็น 20 เมตร
V_q คือ ความเร็วของยานพาหนะ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	W คือ ระยะความกว้างของราง (สำหรับรางเดี่ยว, ระยะ 1 เมตร
V_t คือ ความเร็วรถไฟ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	

พื้นที่ ค. พื้นที่อันตราย หรือ Sight Distance on Track

พื้นที่ในระยะนี้ผู้ขับขี่จำต้องมองเห็นทางรถไฟทั้งสองข้างอย่างชัดเจน เพื่อให้สามารถมองเห็นรถไฟที่เคลื่อนที่เข้ามาในความเร็วต่าง ๆ ได้ ระยะมองเห็น ปลอดภัยที่พื้นที่นี้ควรมีความเหมาะสมเพียงพอที่จะช่วยให้รถที่จอดสนิทข้ามทางตัดผ่านนี้ไปได้อย่างปลอดภัย ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมากโดยเฉพาะทางตัดผ่านชนิดที่ใช้เครื่องหมายจราจรเพียงอย่างเดียว หรือทางตัดผ่านที่มีป้ายหยุดโดยยานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านทางตัดผ่านชนิดนี้จำต้องหยุดเพื่อมองซ้ายและขวาก่อนตัดสินใจข้ามทางตัดผ่านนี้ไปได้อย่างปลอดภัย หากผู้ออกแบบไม่สามารถจัดการระยะมองเห็นปลอดภัยที่พื้นที่นี้ได้อย่างเหมาะสม ควรได้พิจารณาทางเลือกอื่น ๆ เช่น ปรับปรุงทางตัดผ่านให้เป็นชนิดเครื่องกั้น รูปที่ 2-3 แสดงการคำนวณระยะมองเห็นปลอดภัย ดังกล่าวโดยสูตรการคำนวณสามารถอ้างอิงได้จากเอกสารมาตรฐาน “Geometric Design of Highways and Streets” ของ AASHTO ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งแสดงผลการคำนวณในกรณีที่ทางตัดผ่านทางรถไฟชนิดรางเดียว และเป็นทางตรงซึ่งมีมุมตั้งฉากกับทางรถไฟที่ความเร็วต่าง ๆ ดังตารางที่ 2-1



รูปที่ 2-3 สามเหลี่ยมมองเห็นปลอดภัยของรถที่เคลื่อนที่ในพื้นที่อันตราย (พื้นที่ ค.)

สมการที่ 3

$$dH = AVv\left[\frac{V_g}{a_t} + \frac{L + 2D + W\,d_a}{V_G} + J\right]$$

โดย A คือ ค่าคงที่ = 0.278 d_I คือ ระยะมองเห็นปลอดภัยของรถไฟ (เมตร) V_I คือ ความเร็วของรถไฟ (กิโลเมตร/ชั่วโมง) V_G คือ ความเร็วสูงสุดเมื่อเริ่มออกรถ สมมติเป็น 2.7 เมตร/วินาที a_1 คือ อัตราเร่งเมื่อเริ่มออกรถ สมมติเป็น 0.45 เมตร/วินาที^{2}	L คือ ความยาวของรถ สมมติให้เป็น 20 เมตร d_a คือ ระยะที่รถออกตัวไปด้วยอัตราความเร็วสูงสุด $= \frac{V^2G}{2a_1} = 3.1$ เมตร D คือ ระยะจากเส้นหยุดถึงรางรถไฟที่ใกล้สุด สมมติให้เป็นระยะ 45 เมตร J คือ เวลาในการรับรู้ของผู้ขับขี่ในการออกรถ สมมติให้เป็น 2.0 วินาที W คือ ความกว้างของราง (สำหรับรางเดี่ยว, ระยะ 1 เมตร)

ตารางที่ 2-1 ระยะมองเห็นปลอดภัยของรถที่เคลื่อนที่ในพื้นที่ ข. และ ค.

ความเร็วของรถไฟ (กม./ชม.)	พื้นที่ ค.	พื้นที่ ข. ความเร็วของรถยนต์ (กม./ชม.)													
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
ระยะบนถนนถึงทางตัดผ่าน d_T (เมตร)														
10	45	39	24	21	19	19	19	19	20	21	21	22	23	24
20	91	77	49	41	38	38	38	39	40	41	43	45	47	48
30	136	116	73	62	57	56	57	58	50	62	64	67	70	73
40	181	154	98	82	77	75	76	80	80	83	86	89	93	97
50	227	193	98	103	96	94	95	97	100	103	107	112	116	121
60	272	232	147	123	115	113	113	116	120	124	129	134	140	145
70	317	270	171	144	134	131	132	135	140	145	150	156	163	169
80	392	309	196	164	153	150	151	155	160	165	172	179	186	194
90	408	347	220	185	172	169	170	174	179	186	193	201	209	218
100	453	387	245	206	192	188	189	193	199	207	215	223	233	218
110	498	425	269	226	211	207	208	213	219	227	236	246	256	242
120	544	463	294	247	230	225	208	232	239	248	258	268	279	266
130	589	502	318	267	249	244	246	251	259	269	279	290	302	315
140	634	540	343	288	268	263	265	271	279	289	301	313	326	339
ระยะบนถนนถึงทางตัดผ่าน d_H (เมตร)														
		15	25	38	53	70	90	112	136	162	191	222	355	391

** ใช้เฉพาะในกรณีที่รางรถไฟที่ตัดผ่านเป็นรางเดียวและตัดผ่านเป็นมุม 90 องศากับถนน*

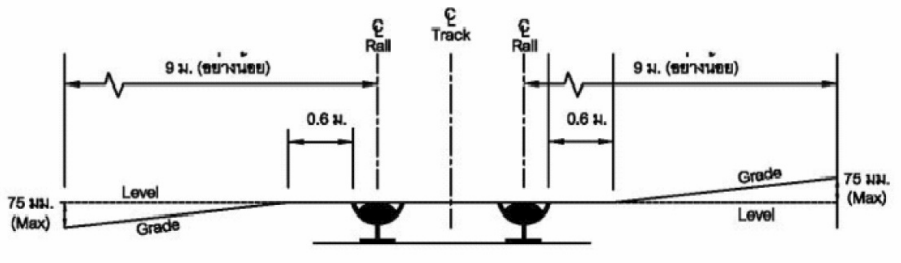
ที่มา : "Geometric Design of highways and Streets", AASHTO

2.2 มุมของจุดตัดระหว่างถนนกับทางรถไฟ

มุมของจุดตัดระหว่างแนวถนนกับแนวรถไฟ อาจมีผลต่อระดับการมองเห็นของผู้ขับขี่ต่อรถไฟที่กำลังแล่นผ่านจุดตัดทางรถไฟ คู่มือของ AASHTO แนะนำไว้ว่า ด้วยเหตุผลทางด้านเศรษฐกิจและความปลอดภัย การออกแบบทางแยกทุกประเภท ควรให้มีแนวถนนที่มาตัดกันเป็นมุมฉากหรือใกล้เคียง กรณีที่แนวถนนเดิมทำมุมแคบที่ทางแยก ควรพิจารณาปรับแนวถนนให้เข้าตัดกันเป็นทางแยกที่มุมใกล้เคียง 90 องศา จุดตัดทางรถไฟที่มีมุมแคบจะทำให้ยานพาหนะต้องใช้เวลามากขึ้นในการแล่นข้ามทางรถไฟ กรณีของรถบรรทุกยิ่งมีปัจจัยเสี่ยงมากขึ้น เนื่องจากส่วนของตัวถังรถที่ยาวและเอียงอาจบดบังทัศนวิสัยของผู้ขับขี่ต่อการมองเห็นรถไฟ

2.3 ความชันของทางตัดผ่านทางรถไฟ

การออกแบบทางในแนวดิ่งที่เกี่ยวข้องกับทางตัดผ่านทางรถไฟนั้น คือ การออกแบบความชันของทาง (Gradation) ที่ทางตัดผ่านทางรถไฟ เนื่องจากตามข้อกำหนดพื้นฐานของการออกแบบทางรถไฟที่ได้เสนอไว้ข้างต้นนั้นกล่าวว่าทางตัดผ่านทางรถไฟนั้นจะต้องไม่อยู่ในทางลาดชัน ซึ่งในการออกแบบก่อสร้างโดยทั่วไปพื้นผิวถนนก่อนถึงทางรถไฟต้องอยู่ในระดับเดียวกันโดยมีระยะอย่างน้อย 0.6 เมตรจากริมรางรถไฟ และภายในระยะ 9 เมตร จากจุดกึ่งกลางรางรถไฟ หากมีความจำเป็นต้องมีระดับลาดชันขึ้นหรือลงความลาดชันดังกล่าวต้องมีความสูงจากระดับเดิมไม่มากกว่า 75 มม. ดังรูปที่ 2-4 แสดงลักษณะระดับพื้นถนนและความลาดชันที่เหมาะสมของทางตัดผ่านทางรถไฟ



รูปที่ 2-4 รูปแสดงลักษณะระดับพื้นถนนและความลาดชันที่เหมาะสมของทางตัดผ่านทางรถไฟ

ที่มา : Geometric Design of Highways and Streets , AASHTO 2001

หากว่าในบางกรณีการออกแบบทางตัดผ่านทางรถไฟไม่สามารถหลีกเลี่ยงเนินลาดชันได้ ซึ่งทางตัดผ่านชนิดนี้อาจเรียกได้ว่าเป็นทางตัดผ่านชนิดเนินสูง (High Profile หรือ Humped Grade Crossing) โดยทางตัดผ่านดังกล่าวนี้มีระดับของรางรถไฟสูงกว่าระดับของผิวถนนมาก

2.4 ความโค้งของถนนหรือทางรถไฟ

ความโค้งของถนนหรือทางรถไฟอาจมีผลต่อระดับการมองเห็นของผู้ขับขี่ต่อรถไฟที่กำลังแล่นมา คู่มือของ AASHTO แนะนำไว้ว่า ควรหลีกเลี่ยงตำแหน่งของจุดตัดทางรถไฟไม่ให้อยู่บนทางโค้งของถนนหรือแม้กระทั่งของทางรถไฟเอง งานวิจัยด้านความสามารถในการรับรู้ของมนุษย์ พบว่าผู้ขับขี่คาดคะเนความเร็วและระยะห่างของยานพาหนะคันอื่น (รวมทั้งรถไฟ) ได้ยากขึ้น เมื่อเคลื่อนที่อยู่ในแนวโค้ง นอกจากนี้ผู้ขับขี่ยังต้องแบ่งความสนใจในการบังคับรถในทางโค้ง จนอาจไม่ทันสังเกตสภาวะรอบด้านได้มากนัก ทางรถไฟที่โค้งอาจบดบังทัศนวิสัยของผู้ขับขี่ต่อรถไฟที่กำลังแล่นมา จุดตัดทางรถไฟที่อยู่บนตำแหน่งทางโค้งของทั้งถนนและทางรถไฟจะทำให้การขับขี่ไม่สะดวก เนื่องจากความขัดแย้งของระดับผิวถนนในการยกโค้ง (Conflict Super elevation) ซึ่งอาจมีผลให้ผู้ขับขี่มัวแต่สนใจการควบคุมรถโดยไม่ทันระวังต่อรถไฟที่กำลังแล่นมา

2.5 ลักษณะของพิวทางบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ

ผิวทางที่ทางตัดทางผ่านมีผลต่อคุณภาพของการเดินทางที่สะดวกและปลอดภัยผ่านเส้นทางนั้น ๆ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของค่าสึกหรอของยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นอัตราความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุที่เพิ่มขึ้น หรือส่งผลโดยรวมต่อความคล่องตัวของการจราจร ณ จุดตัดผ่านนั้น ๆ ผิวทางที่ไม่ได้มาตรฐานโดยส่วนมากเป็นผิวทางที่ไม่ได้ลาดยางจึงมีกรวดและทรายจำนวนมาก หรือผิวทางที่ไม่ได้รับการบดอัดที่ดีพอทั้งในบริเวณระหว่างรางรถไฟหรือข้างรางรถไฟทำให้ผิวทางขรุขระหรือชำรุดเป็นหลุมบ่อ รูปที่ 2-5 แสดงลักษณะของผิวทางที่ไม่ได้มาตรฐานบริเวณทางตัดผ่าน

รูปที่ 2-5 แสดงผิวทางที่ไม่ได้มาตรฐาน

บทที่ 3 การรับรู้และตอบสนองของผู้ขับขี่บริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ

3.1 การคาดคะเนของผู้ขับขี่

ความระมัดระวัง หรือ ความสนใจของผู้ขับขี่ที่จุดตัดทางรถไฟ อาจมีผลจากการรับรู้ที่แต่ละบุคคลคาดว่าจะเห็น หรือจากสิ่งรบกวนทั้งภายในและภายนอกยานพาหนะ คณะผู้วิจัยจากประเทศออสเตรเลียทำการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยมนุษย์ในอุบัติเหตุที่จุดตัดทางรถไฟโดยสังเกตการณ์เคลื่อนไหวศีรษะของผู้ขับขี่ขณะขับรถเข้าสู่จุดตัดทางรถไฟ พบว่ามีเพียงร้อยละ 30 ของกลุ่มตัวอย่างมีปฏิกิริยาการเคลื่อนไหวศีรษะ ที่แสดงให้เห็นว่าผู้ขับขี่ได้มองหาว่ามีรถไฟกำลังแล่นมาหรือไม่ และในจำนวนผู้ขับขี่กลุ่มน้อยนี้บางส่วนก็ไม่ได้มองหารถไฟจนกระทั่งเข้าใกล้จุดตัดแล้ว และบางส่วนก็ยังมองหาแม้รถจะอยู่บนทางข้ามทางรถไฟแล้ว

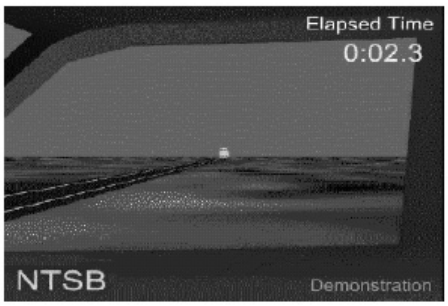
เหตุปัจจัยที่ผู้ขับขี่จะมองหารถไฟหรือไม่ขึ้นอยู่กับความคาดคะเนของผู้ขับขี่ อุบัติเหตุที่จุดตัดทางรถไฟจำนวนมากเกิดขึ้น เนื่องจากผู้ขับขี่ไม่คาดคิดว่าจะมีรถไฟแล่นมาในจังหวะที่กำลังขับรถผ่านทางข้าม อาจเป็นเพราะบริเวณดังกล่าวมีรถไฟผ่านไม่มาก หรืออาจมีขบวนพิเศษที่ไม่อยู่ในกำหนดการเดินรถปกติที่ผู้ขับขี่ผ่านจุดตัดทางรถไฟดังกล่าวเป็นประจำไม่คาดคิด ความรู้สึกที่คาดว่าไม่มีรถไฟผ่านมาขณะขับผ่านทางรถไฟจะถูกตอกย้ำไปเรื่อย ๆ ทุกครั้งที่ผู้ขับขี่ขับผ่านจุดตัดทางรถไฟไปโดยไม่มีรถไฟมา นักวิจัยพบว่าการตอบสนองของผู้ขับขี่ต่อสถานการณ์ที่มีอันตรายมีปัจจัยจากทั้งความน่าจะเป็นของเหตุการณ์และความเข้าใจของผู้ขับขี่ต่อความรุนแรงหากเหตุการณ์เกิดขึ้น การรับรู้หรือคาดคะเนต่อความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคลและความถี่ที่ผู้ขับขี่พบเห็นรถไฟที่ทางข้ามหนึ่ง ๆ ก็จะมีผลต่อโอกาสที่ผู้ขับขี่จะหยุดรถที่ทางข้าม ปัจจัยส่วนบุคคลก็มีผลต่อการตัดสินใจของผู้ขับขี่ที่จะหยุดหรือไม่หยุดที่ทางข้ามทางรถไฟ เกี่ยวกับผลพวงที่จะเกิดขึ้นกับตนเอง อาทิ ผู้ขับขี่กำลังรีบด้วยกิจธุระอาจประเมินว่าถ้าหยุดรถที่ทางข้ามก็อาจทำให้ไปถึงที่นัดหมายช้าลง หรืออาจถูกรถคันอื่นที่ตามหลังมาชนท้าย ในทางกลับกันหากไม่หยุดก็อาจมีรถไฟมาชนได้ ผลจากการวิจัยพบว่าเนื่องจากความถี่ของขบวนรถไฟที่ผ่านทางข้ามมีต่ำมาก จนทำให้ผู้ขับขี่ส่วนใหญ่เลือกที่จะไม่หยุดที่จุดตัดทางข้ามรถไฟ และด้วยสาเหตุนี้เราอาจพบว่า จุดตัดทางข้ามรถไฟที่มีปริมาณขบวนรถไฟต่ำอาจมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าได้

3.2 การรับรู้ระดับความเร็วและระยะห่างของรถไฟที่แล่นมา

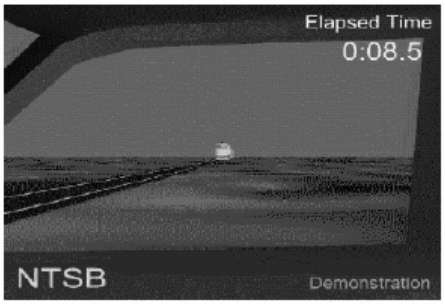
กรณีที่ผู้ขับขี่รถมองหารถไฟและพบรถไฟที่กำลังแล่นมา การตัดสินใจว่าจะหยุดรถที่ทางข้ามหรือคิดว่าจะเร่งความเร็วข้ามทางรถไฟได้ทันก่อนที่ขบวนจะมาถึงขึ้นอยู่กับการคาดคะเนของผู้ขับขี่ต่อความเร็ว และระยะห่างของรถไฟที่กำลังแล่นมา ผู้ขับขี่ทั่วไปไม่มีทักษะในการคาดคะเนความเร็วและระยะห่างของรถไฟที่กำลังแล่นมา แต่มีทักษะในการคาดคะเนความเร็วและระยะห่างของรถคันอื่นในกระแสจราจร เนื่องจากเป็นสถานการณ์ที่ผู้ขับขี่ทั่วไปต้องประสบอยู่เป็นประจำเมื่อขับขี่ไปบนถนน อาทิ ต้องเปลี่ยนช่องจราจร หรือเลี้ยวซ้ายเลี้ยวขวาเหล่านี้ ผู้ขับขี่ต้องคาดคะเนการเคลื่อนที่ของการจราจรรอบข้าง แต่สำหรับบริเวณจุดตัดทางรถไฟ การคาดคะเนความเร็วและระยะห่างของรถไฟของผู้ขับขี่อาจถูกกระทบด้วยภาพลวงตา (Visual Illusion) บางอย่าง อาทิ เมื่ออยู่ที่บริเวณทางข้ามรถไฟ เรามักรู้สึกว่าทางรถไฟยาวไกลสุดสายตา เนื่องจากเส้นทางขนานทางรางรถไฟสองข้างไปบรรจบกันที่เส้นขอบฟ้า (Horizon) อันเป็นหลักการเดียวกับการวาดภาพให้มีความลึก ซึ่งมีผลทำให้รู้สึกว่ารถไฟอยู่ห่างจากบริเวณจุดตัดรถไฟมากกว่าความเป็นจริง

งานวิจัยพบว่า ภาพลวงจากขนาดของรถไฟจะทำให้ผู้ขับขี่คาดคะเนความเร็วของรถไฟผิดพลาด ประการแรก วัตถุที่มีขนาดใหญ่จะดูเหมือนเคลื่อนไหวช้ากว่าความเป็นจริงที่ระยะไกล ประการที่สอง หากรถยนต์และรถไฟกำลังแล่นเข้าสู่จุดตัดทางรถไฟที่ความเร็วคงที่ หรือเมื่อรถจอดอยู่ที่ทางข้ามและมองไปทางรถไฟที่กำลังแล่นเข้ามา ผู้ขับขี่จะรับรู้การเคลื่อนตัวของขบวนรถไฟจากอัตราการเปลี่ยนขนาดของตัวรถไฟเป็นหลัก อัตราการเปลี่ยนขนาดนี้ไม่เป็นเส้นตรงแต่เป็นไฮเปอร์โบลิก (Hyperbolic) ขณะที่รถไฟอยู่ห่างไกลอัตราการเพิ่มขนาดที่มองเห็นวัตถุจะต่ำทำให้รู้สึกว่ากำลังเคลื่อนที่ช้า เมื่อรถไฟเข้ามาใกล้มากขึ้นอัตราการเพิ่มขนาดของวัตถุในมุมมองสายตาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ผู้ขับขี่จะสามารถคาดคะเนความเร็วของรถไฟได้ มีประสิทธิภาพที่สุดเมื่อรถไฟเข้ามาในระยะใกล้แล้ว เนื่องจากการเปลี่ยนขนาดภาพในสายตาเกิดเร็วขึ้นแต่ผู้ขับขี่มักตัดสินใจว่าจะหยุดหรือขับรถข้ามทางรถไฟต่อไป ขณะที่รถไฟยังอยู่ในตำแหน่งที่ไกลและมีการเปลี่ยนแปลงภาพในมุมมองสายตาช้าทำให้คาดคะเนความเร็วของรถไฟต่ำเกินไปเวลากลางคืนจะทำให้การรับรู้และคาดคะเนความเร็วและระยะห่างของรถไฟยากขึ้น เนื่องจากผู้ขับขี่ต้องอาศัยการเปรียบเทียบการเคลื่อนไหวของรถไฟต่อภาพฉากหลัง (background) ในเวลากลางคืนผู้ขับขี่จะไม่เห็นฉากหลังทำให้สูญเสียตัวช่วยสำคัญในการมอง

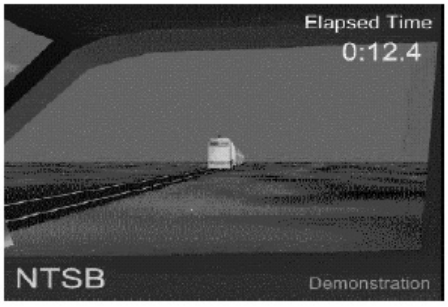
คณะกรรมการด้านความปลอดภัยการขนส่งแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (NTSB) ได้แสดงการจำลองภาพของรถไฟที่ผู้ขับขี่มองเห็นรถไฟที่กำลังเคลื่อนที่จากตำแหน่งห่างจากทางตัดผ่านประมาณ 300 เมตร และกำลังแล่นเข้ามาด้วยความเร็ว 64 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3-1 โดยจะเห็นว่า ที่เวลาประมาณ 12 วินาทีแรกนั้น ผู้ขับขี่จะเห็นรถไฟเป็นจุดเล็ก ๆ แต่ช่วงเวลาอีกเพียงไม่ถึง 5 วินาทีต่อมารถไฟก็มาถึงบริเวณทางตัดผ่านแล้วด้วยความเร็วสูง



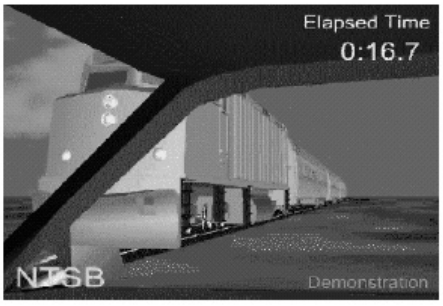
ที่เวลา 2 วินาที



ที่เวลา 4 วินาที



ที่เวลา 12 วินาที



ที่เวลา 16 วินาที

3.3 การรบกวนสมาธิผู้ขับขี่

วัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกรถ สามารถเร่งเร้าหรือรบกวนสมาธิจนทำให้ผู้ขับขี่เบี่ยงเบนความสนใจต่อการมองหารถไฟ ตัวอย่างของสิ่งรบกวนภายในรถ อาทิ เสียงวิทยุ โทรศัพท์ การคุยกันกับผู้โดยสาร เป็นต้น สิ่งรบกวนภายนอกรถโดยส่วนใหญ่เป็นการจราจรอื่นรอบข้างและสภาพแวดล้อมอื่น อาทิ ทางแยกบริเวณใกล้เคียงทั้งที่อยู่ก่อน หรือเลยทางข้ามทางรถไฟไปแล้ว เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนทำให้ผู้ขับขี่ต้องใช้เวลาในการประมวลผลและตัดสินใจมากขึ้นจนอาจไม่ทันระวังมองหารถไฟ

คณะกรรมการความปลอดภัยการขนส่งแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ NTSB ใช้เกณฑ์เบื้องต้นในการกำหนดว่าทางแยกที่อยู่ห่างจากขอบทางรถไฟภายในระยะประมาณ 25 เมตร ให้พิจารณาเป็นทางแยกใกล้จุดตัดทางรถไฟที่อาจมีผลต่อการตัดสินใจของผู้ขับขี่ กล่าวคือเมื่อผู้ขับขี่มองเห็นและรับรู้ว่ามีทางแยกอยู่ข้างหน้าความสนใจระมัดระวังจะถูกแบ่งจากจุดตัดทางรถไฟไปอยู่ที่ทางแยก สถานการณ์ลักษณะนี้ในเขตเมืองยิ่งมีโอกาสที่จะเป็นอันตรายมากขึ้นเนื่องจากปริมาณจราจรที่คับคั่งตลอดเวลาและรถบางคันอาจหยุดติดรถคันหน้าโดยค้างอยู่บนทางรถไฟ ผลการวิจัยจากประเทศออสเตรเลียพบว่าที่บริเวณจุดตัดทางรถไฟที่มีทางแยกอยู่ใกล้เคียงการเคลื่อนไหวศีรษะของผู้ขับขี่จะสอดส่ายมองการจราจรบริเวณทางแยก และประเมินสถานการณ์ก่อนที่จะใส่ใจระวังรถไฟ

3.4 เสียงหวีดรถไฟ

เสียงหวีดรถไฟ และ ไฟหน้ารถไฟเป็นอุปกรณ์เตือนที่ตัวรถไฟส่งสัญญาณให้ผู้ขับขี่รับรู้ถึงขบวนรถไฟที่กำลังแล่นมา อย่างไรก็ตามเสียงหวีดรถไฟจะมีผลในการเตือนก็ต่อเมื่อผู้ขับขี่สามารถรับรู้ว่าเสียงนั้น คือ เสียงหวีดรถไฟ ซึ่งการรับรู้และจำแนกแยกแยะเสียงสัญญาณนี้จะขึ้นอยู่กับระดับเสียงภายในตัวรถยนต์ระดับเสียงการจราจรภายนอก คุณสมบัติของเสียงสัญญาณรถไฟ การคาดคะเนของผู้ขับขี่ และระดับการดูดซับเสียงภายนอกในตัวรถยนต์

ข้อกำหนดของการรถไฟแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ FRA ระบุว่าตัวรถไฟต้องมีอุปกรณ์ให้เสียงสัญญาณความดังอย่างน้อย 96 db(A) เดซิเบลเอ ที่ระยะประมาณ 30 เมตรจากด้านหน้าของรถไฟงานวิจัยของนักโสตวิทยาพบว่า ระดับเสียงที่จะทำให้ผู้ได้ยินรับรู้และมีปฏิกิริยาตอบสนองจะต้องดังถึงระดับเสียงตื่นตัว (alerting level) ระดับเสียงที่ดังพอให้คนจำแนกเสียงออกต้องดังกว่าระดับเสียงรับรู้ (threshold of detection) 3 ถึง 8 เดซิเบล และเสียงสัญญาณเตือนต้องดังกว่าระดับเสียงรอบข้าง (ambient noise level) ประมาณ 10 เดซิเบล จึงจะถึงระดับเสียงตื่นตัวที่ทำให้ผู้ได้ยินตื่นตัวสนใจสภาพภูมิประเทศรอบข้างก็มีผลต่อการกระจายเสียง พื้นผิวที่แข็งจะสะท้อนคลื่นเสียงได้ดีกว่าผิวแบบอื่น อาคารสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ อาจบังเสียงสัญญาณรถไฟได้

กรณีที่เสียงที่ปล่อยออกมาดูดรบกวนหรือไม่สะท้อนต่อไประดับความดังเสียงจะลดลง 6 เดซิเบล ทุก ๆ หนึ่งเท่าระยะทางเสียงหวีดรถไฟนอกจากจะช่วยเตือนผู้ขับขี่ถึงรถไฟที่กำลังแล่นมา ในทิศทางที่หน้าต่างรถยนต์เปิดอยู่ มีงานวิจัยที่ประเทศสหรัฐอเมริกาทดสอบการติดตั้งอุปกรณ์แตร สัญญาณรถไฟบริเวณจุดตัดทางรถไฟแทนที่จะใช้แตรบนตัวรถไฟ ข้อดีของระบบนี้ คือ การหันทิศทางกระจายเสียงในทิศทางของการจราจรโดยตรง ซึ่งอาจทำให้ผู้อยู่อาศัยตามแนวถนนได้ยินเสียงรบกวนจาก เสียงสัญญาณรถไฟดังขึ้นแต่ผู้อยู่อาศัยที่อยู่นอกแนวการกระจายเสียงจะถูกรบกวนน้อยลงเมื่อเทียบกับการให้เสียงหวีดจากตัวรถไฟ

ผู้ผลิตรถยนต์ปัจจุบันมีเทคโนโลยีการผลิตที่สูง และปรับปรุงการออกแบบวัสดุภายในตัวรถยนต์ให้ดูดซับเสียงรบกวนจากภายนอกตัวรถให้มีคุณภาพขึ้น นอกจากนี้ประเด็นเรื่องการใช้เสียงหวีดเตือนรถไฟที่ดังก็อาจมีปัญหาการต่อต้านจากชุมชนรอบข้าง แนวทางการปรับปรุงความปลอดภัยโดยใช้เสียงสัญญาณจึงมีค่อนข้างจำกัด

3.5 ความสามารถในการมองเห็นของผู้ขับขี่

ความสามารถในการมองเห็นของผู้ขับขี่บริเวณทางตัดผ่าน หรือประสิทธิภาพในการมองเห็นของผู้ขับขี่ต่อเครื่องหมายจราจร และอุปกรณ์ควบคุมบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งการปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของการมองเห็นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรับรู้และตอบสนองของผู้ขับขี่บริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟอุบัติเหตุบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟที่เกิดขึ้น เนื่องจากอุปสรรคที่มีผลต่อความสามารถในการมองเห็นของผู้ขับขี่ เช่น

- สัญญาณเตือนภัยที่ไม่ได้รับการบำรุงรักษา อาจมีประสิทธิภาพของความส่องสว่างไม่เพียงพอทำให้ผู้ขับขี่ไม่สามารถสังเกตได้ในเวลากลางวัน โดยเฉพาะขณะที่ผู้ขับขี่เดินทางเข้าสู่ทางตัดผ่านในตำแหน่ง และช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์ส่องย้อนกลับ หรืออยู่ในสภาวะแสงบาดตา (Glare) ซึ่งทำให้ยากต่อการสังเกต
- ทางตัดผ่านทางรถไฟที่มีไฟฟ้าส่องสว่างไม่เพียงพอทำให้เป็นอุปสรรคต่อการมองเห็นของผู้ขับขี่และลดประสิทธิภาพในการรับรู้ข้อมูลของเครื่องหมายจราจรและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ที่บริเวณทางตัดผ่าน
- กำลัง ลักษณะ ตำแหน่ง และมุมของไฟฟ้าส่องสว่างที่ไม่เพียงพอทำให้ประสิทธิภาพของการขับขี่ยานยนต์ลด

รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานของการมองเห็น และการออกแบบระบบไฟฟ้าส่องสว่างสามารถอ้างอิงได้จากคู่มือมาตรฐานอุปกรณ์เสริมความปลอดภัยเรื่องมาตรฐานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

บทที่ 4 มาตรการแก้ไขจุดอันตรายบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ

มาตรการในการแก้ไขจุดอันตรายบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟมีหลายมาตรการด้วยกันทั้งการพิจารณาหามาตรการที่เหมาะสม คือ มาตรการการปิดและยกเลิกทางตัดผ่านเสมอระดับมาตรการการขยายทางตัดผ่านเสมอระดับระหว่างทางรถไฟกับทางรถยนต์ และมาตรการการสร้างทางตัดผ่านต่างระดับถึงการปรับปรุงสามารถแยกเป็นกรณีปัญหาและแนวทางในการแก้ไข คือ การปรับปรุงทางด้านกายภาพ และการปรับปรุงเครื่องหมายจราจรบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 การปรับปรุงทางด้านกายภาพและเครื่องหมายจราจรบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ

ในกรณีที่ทางตัดผ่านทางรถไฟมีระยะมองเห็นปลอดภัยที่ไม่เพียงพอ หนึ่งในมาตรการดังต่อไปนี้ หรือหลาย ๆ มาตรการประกอบกันอาจสามารถนำมาแก้ไขปรับปรุงบริเวณทางตัดผ่านที่มีปัญหาดังกล่าว

1. ปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของถนน
2. ย้ายสิ่งกีดขวางออกไปจากระยะการมองเห็น กรณีต้นไม้หรือกอหญ้าให้รื้อถอน หรือถางให้เตียนโดยไม่ให้มีอุปสรรคใด ๆ สูงเกิน 50 เซ็นติเมตร ในพื้นที่สามเหลี่ยมการมองเห็นปลอดภัย
3. ติดตั้งป้ายเตือนรถไฟล่วงหน้ารวมถึงพิจารณาว่าควรติดตั้งอุปกรณ์อื่น ๆ อย่างรั้วกั้นและสัญญาณไฟวาบด้วย
4. ติดตั้งป้ายให้ทาง (บ.2) และป้ายเตือนป้ายให้ทางข้างหน้า (ต.55) โดยให้ระยะเตือนที่ผู้ขับขี่จะสามารถขับด้วยความเร็วประมาณ 16-24 กม./ชม. ก่อนที่จะข้ามทางตัดผ่านทางรถไฟ
5. ติดตั้งป้ายหยุด (บ.1) และป้ายเตือนป้ายหยุดข้างหน้า (ต.54) โดยให้ระยะเตือนที่ผู้ขับขี่จะสามารถหยุดได้อย่างปลอดภัยที่ทางตัดผ่านทางรถไฟ
6. ใช้มาตรการเพื่อลดความเร็วก่อนถึงทางข้าม ได้แก่ ใช้ป้ายจำกัดความเร็ว ติดตั้งเส้นชะลอความเร็ว ปรับแนวถนนที่เข้าสู่ทางตัดผ่านให้เป็นตัว U หรือ ตัว S

ก. ป้ายจำกัดความเร็ว

ป้ายจำกัดความเร็ว โดยมากพิจารณาให้ติดตั้งในกรณีที่ทางตัดผ่านมีรถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง โดยติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วลดหลั่นเป็นระยะ ๆ ทั้งก่อนเขตและในบริเวณเขตเตือนอันตรายเพื่อเป็นการบังคับให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วและสามารถหยุดรถได้โดยปลอดภัยก่อนถึงทางตัดผ่านหรือเครื่องกั้น ข้อแนะนำและแนวทางในการติดตั้งป้ายสามารถอ้างอิงเพิ่มเติมได้จากคู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ

ข. *เส้นชะลอความเร็วหรือรัมเบิ้ลสตริป*

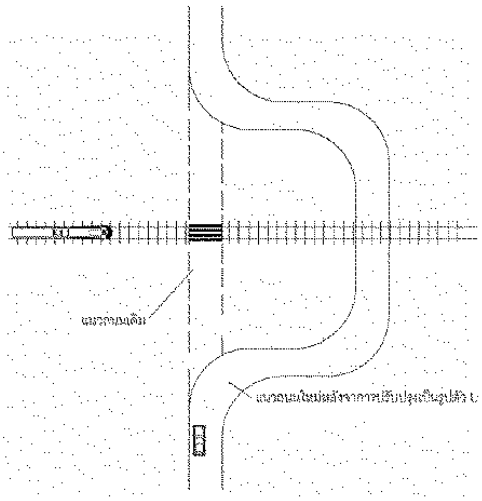
เส้นชะลอความเร็วหรือรัมเบิ้ลสตริปชนิดที่ใช้ติดตั้งที่บริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ คือ ชนิดแบบกึ่งกลางทาง โดยมีวัตถุประสงค์การใช้เพื่อเตือนให้ผู้ขับขี่ตื่นตัวเมื่อเข้าใกล้บริเวณทางตัดผ่าน โดยเฉพาะทางตัดผ่านที่ไม่มีสัญญาณหรือรั้วกั้นซึ่งกำหนดให้รถต้องหยุดก่อนผ่านบริเวณทางตัดผ่านนั้น ๆ หรือ ใช้ติดตั้งในบริเวณทางตัดผ่านที่ผู้ขับรถทางไกลอาจหลับในเมื่อผ่านบริเวณนั้น ๆ ข้อแนะนำ และแนวทางในการติดตั้งป้ายสามารถอ้างอิงเพิ่มเติมได้จากคู่มือการจัดการด้านสิ่งอำนวยความสะดวก และปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ

ค. *มาตรการสยบหรือยังยั้งการจราจร (Traffic Claming)*

มาตรการสยบ หรือยับยั้งการจราจรที่อาจนำมาใช้ในกรณีทางตัดผ่านทางรถไฟนี้ อาทิเช่น เนินชะลอความเร็ว (Speed Hump) หรือ การบีบช่องจราจรให้แคบลง (Bottle Neck) มาตรการเหล่านี้มีวัตถุประสงค์เพื่อบังคับให้ลดชะลอความเร็วข้อแนะนำและรายละเอียดเกี่ยวกับมาตรการสยบหรือยับยั้งการจราจร สามารถอ้างอิงเพิ่มเติมได้จากคู่มือการจัดการจราจรโดยใช้วิธีสยบหรือยับยั้งการจราจร

ง. *ปรับแนวถนนที่เข้าสู่ทางตัดผ่านให้เป็นตัว U หรือ ตัว S*

มาตรการนี้เป็นมาตรการทางกายภาพ ที่ปรับลดความเร็วของการจราจรก่อนเข้าสู่ทางตัดผ่านทางรถไฟ โดยการปรับแนวถนนเป็นโค้งเพื่อบังคับให้รถต้องเลี้ยวและชะลอความเร็ว ดังแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 แสดงตัวอย่างการปรับแนวถนนที่เข้าสู่ทางตัดผ่านทางรถไฟ

7. พิจารณาติดตั้งอุปกรณ์เสริมอื่นเพื่อแสดงตำแหน่งจุดตัดทางรถไฟให้ชัดเจน อาทิ

ก. *ติดตั้งเสาไม้หมอนรถไฟเพื่อแสดงถึงเขตทางรถไฟ*

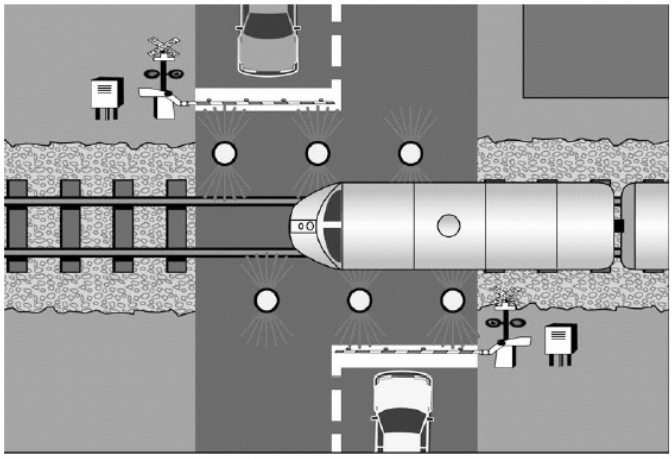
การติดตั้งเสาไม้หมอนรถไฟเป็นมาตรการเฉพาะหน้าที่การรถไฟฯ ใช้ในการปรับปรุงความปลอดภัยที่บริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ ซึ่งมีประสิทธิภาพและประหยัดงบประมาณทั้งในส่วนของการติดตั้งและบำรุงรักษาเพราะเป็นวัสดุที่หมดอายุการใช้งานแล้วแต่คงทนกว่าป้ายจราจรที่มักจะถูกทำลายได้ง่าย วัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ขับขี่มองเห็นตำแหน่งถึงแนวเขตทางรถไฟเป็นการเตือนให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วลงก่อนถึงทางตัดผ่านเสาไม้หมอนรถไฟส่วนมากทำการติดตั้งที่ทางตัดผ่านบริเวณชานเมือง หรือนอกเมืองที่มีปริมาณจราจรเบาบางเสาไม้จะติดตั้งเป็นแนวยาว ห่างจากทางรถไฟเป็นระยะประมาณ 5 เมตร และห่างจากสันไหล่ทางเป็นระยะประมาณ 1-1.20 เมตร ทาสีแดงสลับขาว หรือติดแผ่นสะท้อนแสงที่ปลายเสา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็น และง่ายต่อการสังเกตของผู้ขับขี่ อนึ่งเสาไม้ที่ทำการติดตั้งควรมีระดับความสูงและแนวยาวของเสาที่เหมาะกับสภาพแวดล้อมของทางตัดผ่านนั้น ๆ โดยไม่ควรมีระดับความสูงหรือแนวยาวบดบังทัศนะวิสัยของผู้ขับขี่ที่ระยะมองเห็นปลอดภัยต่าง ๆ โดยเฉพาะเสาไม้หมอนรถไฟที่ติดตั้งบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ ใกล้กับทางแยกควรพิจารณาอย่างถี่ถ้วนในเรื่องของระยะมองเห็นปลอดภัยต่าง ๆ ทั้งระยะมองเห็นปลอดภัยระหว่างรถไฟกับรถยนต์ หรือรถยนต์กับรถยนต์ที่ทางแยก รูปที่ 4-2 แสดงตัวอย่างเสาไม้หมอนรถไฟ

รูปที่ 4-2 เสาไม้หมอนรถไฟที่ติดตั้งเพื่อแสดงเขตทางรถไฟบริเวณทางตัดผ่าน

ข. *ไฟกระพริบบนพื้นทาง*

ในปัจจุบันไฟกระพริบบนพื้นทาง หรือ In-pavement Lighting เริ่มมีการใช้อย่างแพร่หลายที่บริเวณทางข้ามสำหรับคนเดินถนนในต่างประเทศ ไฟกระพริบบนพื้นทางในปัจจุบันมีทั้งประเภทที่สามารถเห็นได้ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน และประเภทที่สังเกตเห็นได้ชัดในเวลากลางคืนหรือในสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวนเพียงอย่างเดียว

เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการใช้ไฟกระพริบบนพื้นทางนั้น เพื่อเตือนผู้ขับขี่ถึงเขตอันตรายหรือสถาวะเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ บนถนนข้างหน้า ดังนั้นหากนำไฟกระพริบบนพื้นทางนี้มาประยุกต์ใช้ที่ทางตัดผ่านทางรถไฟบริเวณที่การติดตั้งเครื่องหมายจราจรต่าง ๆ ไม่ได้ผล หรือในบริเวณที่ยากต่อการปรับปรุงระยะมองเห็นปลอดภัย อาจมีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็นต่อผู้ขับขี่ หรือช่วยลดจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นที่บริเวณทางตัดผ่านได้ ไฟกระพริบบนพื้นทางที่มีการติดตั้งใช้ในต่างประเทศเป็นไฟกระพริบชนิดที่ทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อมีรถไฟวิ่งเข้าสู่บริเวณทางตัดผ่านการติดตั้งไฟกระพริบนั้น ควรติดตั้งตำแหน่งที่ใกล้กับสันรางทั้งสองข้างของทางรถไฟ ดังรูปที่ 4-3 แสดงตัวอย่างการติดตั้งไฟกระพริบ



รูปที่ 4-3 ตัวอย่างการติดตั้งไฟกระพริบบนพื้นทางบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ

ที่มา : Traffic Safety Crop. (http://www.xwalk.com) ตั้งไฟกระพริบบนพื้นทางบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ

8. จำกัดชนิดของรถที่มีการอนุญาตให้ใช้บนถนนที่ไม่มีระยะมองเห็นปลอดภัยเพียงพอ
9. ทางตัดผ่านทางรถไฟที่มีหลายคู่รางหรือมีช่องทางตัดผ่านทางรถไฟในทิศทางเดียวกันควรที่จะหาค่าระยะความปลอดภัยเพิ่มขึ้นเพื่อให้เห็นรถไฟอีกรางหรือรถบนถนน
10. ปิดทางตัดผ่านทางรถไฟนั้น
11. สร้างทางตัดผ่านใหม่ที่เหมาะสม
12. สร้างทางตัดผ่านต่างระดับ

การจัดการที่ทางตัดผ่านทางรถไฟเพื่อความปลอดภัยนั้น นอกจากจะทำการปรับปรุงเครื่องหมายจราจรและปรับปรุงทางด้านกายภาพที่ทางตัดผ่านแล้ว ยังมีมาตรการที่สามารถนำมาแก้ไขได้อื่น ๆ อีก คือ การปิดและยกเลิกทางตัดผ่านเสมอระดับการขยายทางตัดผ่านเสมอระดับระหว่างทางรถไฟกับทางรถยนต์ และการพิจารณาการสร้างทางตัดผ่านต่างระดับ โดยจะกล่าวถึงข้อควรพิจารณาหรือข้อกำหนดในการแก้ไขโดยมาตรการดังกล่าวดังนี้

4.2 การปิดและยกเลิกทางตัดผ่านเสมอระดับ

การพิจารณายกเลิกทางลักผ่านที่ทางผ่านระดับที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ความปลอดภัยมีข้อควรพิจารณาก่อนยกเลิกทางตัดผ่าน ดังนี้

1. ในบริเวณใกล้เคียงนั้นต้องมีทางตัดผ่านเสมอระดับ หรือต่างระดับใกล้เคียงในรัศมีไม่เกิน 2,000 เมตร
2. มีแนวพื้นที่ที่จะสร้างทางเลียบชิดเขตทางรถไฟได้โดยมีผิวการจราจรไม่เกิน 9 เมตร
3. ทางตัดผ่านเสมอระดับที่ทางเลียบทางรถไฟมาบรรจบกันต้องมีค่าคูณควบจราจรรวมกับทางเดิมแล้วไม่เกิน 60,000 ขบวน ต่อวัน ถ้ามีค่ามากกว่า 60,000 ขบวน ต่อวัน ขึ้นไปและทำการพยากรณ์ของจราจรในอนาคตได้ว่าเมื่อปรับปรุงการขยายทางไปแล้วภายใน 5 ปี ค่าคูณควบจราจรจะต้องไม่เกิน 100,000 ขบวนต่อวัน ถ้าเกินให้จัดสร้างเป็นทางตัดผ่านทางต่างระดับ

4.3 การขยายทางตัดผ่านเสมอระดับระหว่างทางรถไฟกับทางรถยนต์

การที่จะขยายทางตัดผ่านเสมอระดับระหว่างทางรถไฟกับรถยนต์นั้นมีข้อพิจารณาดังนี้

1. ทางตัดผ่านนั้นต้องเป็นทางเสมอระดับที่เคยได้รับอนุญาตจากการรถไฟฯ และต้องมีเครื่องกั้นถนนติดตั้งไว้แล้ว
2. ค่าคูณควบจราจรในปัจจุบันต้องไม่เกิน 60,000 ขบวน ต่อวัน ถ้ามีค่ามากกว่า 60,000 ขบวนต่อวันขึ้นไป และทำการพยากรณ์ของจราจรในอนาคตได้ว่าเมื่อปรับปรุงการขยายทางไปแล้วภายใน 5 ปี ค่าคูณควบจราจรจะต้องไม่เกิน 100,000 ขบวนต่อวัน ถ้าเกินให้จัดสร้างเป็นทางตัดผ่านทางต่างระดับ
3. ทางตัดผ่านเสมอระดับต้องมีจุดศูนย์กลางของทางห่างจากประแจตัวนอกสุดอย่างน้อย 1,000 เมตร
4. ทางตัดผ่านเสมอระดับที่ขอขยายความกว้างของคันทางต้องไม่เกิน 12 เมตร
5. ที่ทางข้ามต้องสร้างพื้นให้มีระดับเสมอกับทางรถไฟออกไปไม่น้อยกว่าข้างละ 20 เมตร และผิวทางต้องเป็นแอสฟัลท์ หรือคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งหมดให้ได้ตามมาตรฐานของการรถไฟฯ
6. เมื่อขยายทางตัดผ่านแล้วต้องปรับปรุงเครื่องกั้นถนนให้เป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการจราจร และปรับปรุงเครื่องหมายจราจรใหม่โดยให้คำนึงถึงการมองเห็นของผู้ขับขี่

4.4 การพิจารณาการสร้างทางตัดผ่านต่างระดับ

ในกรณีที่มีทางตัดผ่านเสมอระดับอยู่แล้ว มีข้อพิจารณาดังนี้

1. กรณีที่ทางตัดผ่านเดิมมีค่าคูณควบจราจรมากกว่า 60,000 ขบวนต่อวัน ถ้ามีค่ามากกว่า 60,000 ขบวนต่อวันขึ้นไป และทำการพยากรณ์ของจราจรในอนาคตได้ว่าเมื่อปรับปรุงการขยายทางไปแล้วภายใน 5 ปี ค่าคูณควบจราจรจะต้องไม่เกิน 100,000 ขบวนต่อวัน ถ้าเกินให้จัดสร้างเป็นทางตัดผ่านทางต่างระดับ
2. ถ้าทางตัดผ่านเสมอระดับเดิมมีค่าคูณควบจราจร 80,000 ขบวนต่อวัน จะต้องสร้างเป็นทางตัดผ่านต่างระดับภายใน 2 ปี
3. ถนนที่มีคันทางกว้างเกิน 12 เมตร และยานพาหนะใช้ความเร็วสูงกว่า 80 กม./ชม. (เช่น ทางหลวงจังหวัด) ต้องสร้างเป็นทางตัดผ่านต่างระดับ
4. ทางตัดผ่านเสมอระดับที่อยู่ในบริเวณย่านสถานี ต้องสร้างเป็นทางตัดผ่านต่างระดับ หลักเกณฑ์ปัจจัยตลอดจนขั้นตอนการพิจารณาและขออนุญาตปรับปรุง หรือยกเลิกทางตัดผ่านทางรถไฟข้างต้นสามารถหารายละเอียดเพิ่มเติมได้ใน “คู่มือการจัดการด้านความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟ”

บทที่ 5 กรณีศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นที่ทางตัดผ่านทางรถไฟของการรถไฟฯ ระหว่างปี พ.ศ. 2544-2546 พบว่าจุดที่เกิดอุบัติเหตุมากกว่า 2 ครั้งต่อปี ติดต่อกันทั้ง 3 ปี ได้แก่ บริเวณทางตัดผ่าน ดอนเมือง-รังสิต โคกคลี-แผ่นดินทองและทางตัดผ่านชุมทางบ้านทุ่งโพธิ์-สุราษฎร์ธานี และจุดที่เกิดอุบัติเหตุที่เดิม 2 ปีติดกันในช่วง พ.ศ. 2544-2545 คือ ทางตัดผ่าน ขอนแก่น-สำราญ และทางตัดผ่าน บ้านขอม-มหาชัย โดยทางตัดผ่านที่มีอุบัติเหตุซ้ำซากนี้เป็นทางตัดผ่านทางรถไฟแบบทางลักผ่านและทางตัดผ่านแบบไม่มีเครื่องกั้น ดังแสดงในตารางที่ตารางที่ 5-1 บริเวณบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟที่มีสถิติอุบัติเหตุตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป อย่างน้อย 2 ปีติดต่อกันในช่วงปี พ.ศ. 2544-2546

ตารางที่ 5-1 ทางตัดผ่านที่มีอุบัติเหตุมากกว่า 2 ครั้งต่อปี ติดต่อกันสองปีขึ้นไป

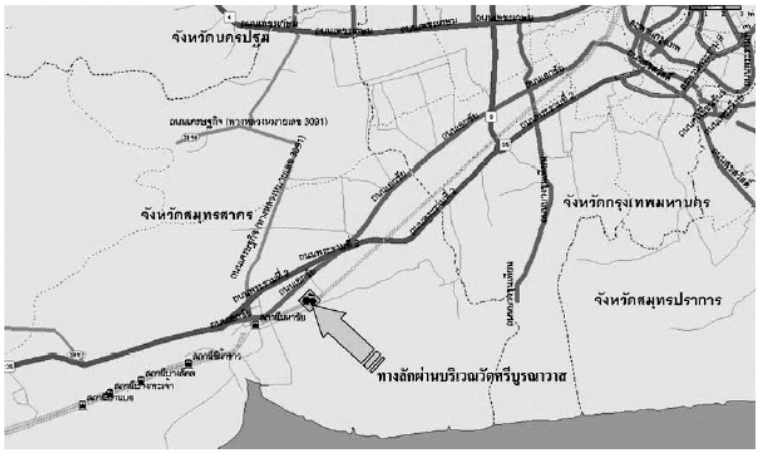
สถานที่	อุเบิตเหตุที่เกิด (ครั้ง)			ลักษณะทางตัดผ่าน
	ปี พ.ศ. 2544	ปี พ.ศ. 2545	ปี พ.ศ. 2546	
ดอนเมือง-รังสิต	4	4	2	ทางลักผ่าน
โคกคลี-แม่นคดินทอง	2	3	2	ไม่มีเครื่องกั้น
ชท.บ้านท่องโพธิ์-สุราษฎร์ธานี	6	2	2	ไม่มีเครื่องกั้น
ขอนแก่น-สำราญ	2	3	-	ไม่มีเครื่องกั้น
บ้านขอม-มหาชัย	2	2	4	ทางลักผ่าน

เนื้อหาในบทนี้ได้นำเอาข้อมูลภาคสนามของทางตัดผ่านข้างต้น โดยคัดเลือกทางตัดผ่านที่นำมาเสนอเป็นตัวอย่างของกรณีศึกษาในบทนี้คือ ทางตัดผ่านทางรถไฟเส้น มหาชัย-บ้านขอม จ.สมุทรสาคร และทางตัดผ่านทางรถไฟเส้น โคกคลี-แผ่นดินทอง

5.1 กรณีศึกษาที่ 1 : ทางลักผ่านทางรถไฟเส้นมหาชัย-บ้านขอม จ.สมุทรสาคร

5.1.1 สถานที่

ทางลักผ่านที่ใช้เป็นกรณีศึกษาเป็นทางลักผ่านในพื้นที่ของตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร มีตำแหน่งตามเขตทางรถไฟที่ สทล. 30/6-7 โดยทางลักผ่านตั้งอยู่ใกล้กับทางแยกของ ถ.มหาชัยนิเวศน์ และ ถ.เดิมบางหน้าวัดศรีบูรณาวาส ซึ่งมีลักษณะเป็นทางแยกของถนนรองตัดกับถนนซอย รูปที่ 5-1 แสดงตำแหน่งของทางลักผ่านโดยคร่าว



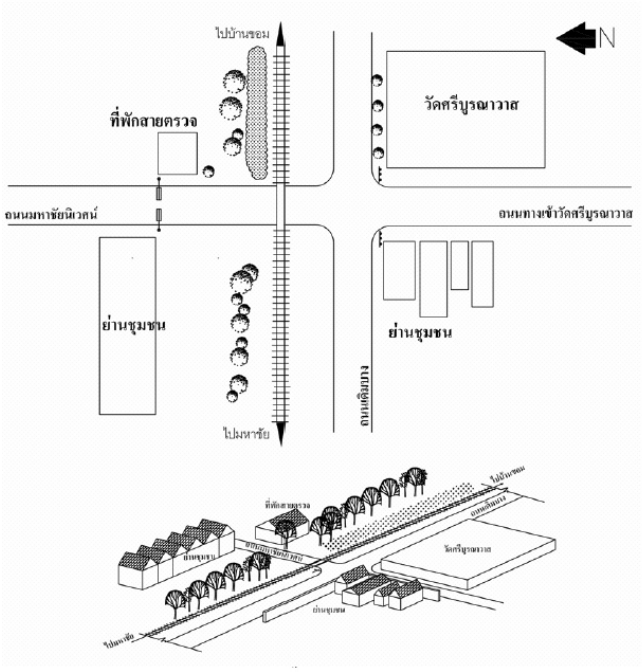
รูปที่ 5-1 ตำแหน่งของทางลักผ่านบริเวณหน้าวัดศรีบูรณาวาส

5.1.2 สภาพทั่วไปของการจราจร ณ ทางตัดผ่าน

ทางลักผ่านมีตำแหน่งอยู่ระหว่างสถานีบ้านขอมและสถานีมหาชัย โดยเส้นทางการเดินรถไฟที่ผ่านเป็นเส้นทางรถไฟสายแม่กลอง จากสถานีวงเวียนใหญ่-สถานีมหาชัย ซึ่งตามตารางกำหนดการเดินรถของการรถไฟฯ พบว่าเส้นทางสายนี้มีขบวนรถโดยสารผ่านทั้งหมด 36 เที่ยวต่อวัน จากข้อมูลภาคสนามรถไฟที่แล่นผ่านบริเวณนี้มีความเร็วประมาณ 30-35 กม./ชม. และการจราจรทั่วไปบนถนน ณ ทางตัดผ่านมีความเร็วประมาณ 15 กม./ชม. โดยส่วนมากเป็นรถประเภท รถจักรยานรถจักรยานยนต์ รถยนต์ส่วนบุคคล รถกระบะ และรถบรรทุกเล็ก จากข้อมูลของการรถไฟฯ ทางลักผ่านที่ตำแหน่งนี้มีค่าคูณควบการจราจรเท่ากับ 34,270 ซึ่งตามเกณฑ์ของการรถไฟฯ บริเวณทางลักผ่านควรมีเครื่องกั้น แต่เนื่องจากเป็นทางตัดผ่านที่ไม่ได้รับอนุญาตอย่างเป็นทางการจากการรถไฟฯ จึงยังไม่มีการปรับปรุงใด ๆ

5.1.3 ลักษณะของพื้นที่ใช้สอยและภาพร่างบริเวณทางตัดผ่าน

พื้นที่ใช้สอยบริเวณทางลักผ่านมีลักษณะเป็นเขตชุมชนประกอบไปด้วย ตึกแถวอาคารร้านค้า บ้านพัก ที่อยู่อาศัยและวัด ซึ่งพบว่ามีการสัญจรไปมาของผู้คนตลอดวัน ดังรูปที่ 5-2 แสดงพื้นที่ใช้สอยบริเวณทางตัดผ่าน



รูปที่ 5-2 ภาพร่างโดยสังเขปแสดงลักษณะพื้นที่ใช้สอยบริเวณทางลักผ่านหน้าวัดศรีบูรณาวาส

5.1.4 ข้อมูลอุบัติเหตุทั่วไป

เนื่องจากรายละเอียดของข้อมูลอุบัติเหตุที่บริเวณทางตัดผ่านการรถไฟฯ ยังไม่สามารถเปิดเผยการศึกษา จึงใช้การสืบค้นข้อมูลอุบัติเหตุที่ทางตัดผ่าน ทั้งข้อมูลอุบัติเหตุของการรถไฟฯ และข้อมูลอุบัติเหตุที่สืบค้นจากบันทึกประจำวันของ สภต.โคกขาม จากปี พ.ศ. 2540-2546 สามารถรวบรวมข้อมูลมีอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับรถไฟรวมทั้งหมด 3 ครั้งดังนี้

- ขบวนรถไฟโดยสารเดินทางออกจากสถานีมหาชัย ชนรถยนต์บรรทุก 6 ล้อที่วิ่งตัดหน้าขบวนรถในระยะกระชั้นชิด ทำให้รถไฟชนเข้าที่กระบะด้านท้ายของรถคันดังกล่าว ผู้ขับรถบรรทุกเป็นเพศชายอายุ 25 ปี จากจังหวัดมหาสารคาม รถบรรทุกเดินทางจากถนนมหาชัยนิเวศน์เข้าสู่ถนนทางเข้าวัดศรีบูรณาวาส เหตุเกิดเวลา 17.35 น วันที่ 28 ส.ค. 2540
- ขบวนรถไฟโดยสารเดินทางออกจากสถานี มหาชัยชนรถยนต์กระบะที่ขับตัดหน้าในระยะกระชั้นชิด ขบวนรถไม่มีสิ่งใดเสียหาย เหตุเกิดเวลา 8.35 น.วันที่ 21 ก.ค. 2545
- ขบวนรถไฟโดยสารเดินทางออกจากสถานีมหาชัยชนรถยนต์กระบะที่ขับตัดหน้าในระยะกระชั้นชิด ทำ ให้รถไฟชนเข้าที่กระบะด้านท้าย ผู้ขับรถบรรทุกเป็นเพศชายอายุ 31 ปี จากจังหวัดกำแพงเพชร โดยรถยนต์เดินทางบนถนนเส้นมหาชัยนิเวศน์เข้าสู่ถนนทางเข้าวัดศรีบูรณาวาส เหตุเกิดเวลา 13.30 น. วันที่ 2 เม.ย. 2546

5.1.5 ผลการวิเคราะห์ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ

จากข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุข้างต้น สามารถสังเกตได้ว่าการชนเกิดขึ้นในลักษณะกระชั้นชิดซึ่งรถยนต์ไม่สามารถเดินทางพ้นทางตัดผ่านได้ทัน สมมุติฐานของสาเหตุในการเกิดอุบัติเหตุสามารถสรุปได้ดังนี้

- ระยะมองเห็นปลอดภัยของทางลักผ่านที่มุมมองจาก ถนนมหาชัยนิเวศน์ไปยังทางรถไฟอาจมีสิ่งบดบังทัศนะวิสัยของผู้ขับขี่
- จากข้อมูลอุบัติเหตุพบว่า ผู้ขับรถยนต์มีอยู่สองรายที่มิใช่คนในท้องที่ซึ่งผู้ขับขี่อาจมิได้ระวังถึงทางตัดผ่านทางรถไฟที่ทางแยก โดยมุ่งความสนใจไปที่การจราจรบริเวณทางแยกมากกว่าทางตัดผ่านทาง รถไฟซึ่งอาจตั้งข้อสมมุติฐานว่าป้ายเตือนและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ที่ทางตัดผ่านนี้อาจไม่เพียงพอ หรือสังเกตได้ยากผิวทางของทางตัดผ่านทางรถไฟอาจเป็นอุปสรรคต่อการเดินทางผ่านทางตัดผ่านทำให้เกิดการติดขัด หรือผู้ขับขี่ต้องชะลอความเร็วเพื่อเลือกเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทาง

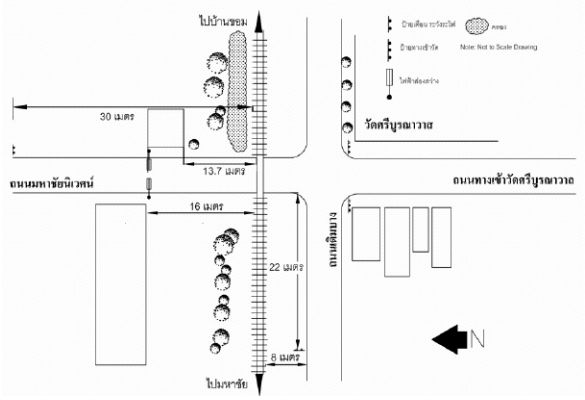
5.1.6 ผลการวิเคราะห์สภาพทางกายภาพต่อความปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่าน

1. ระยะมองเห็นปลอดภัย

จากข้อมูลทางอุบัติเหตุพบว่า ระยะมองเห็นปลอดภัยอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุทั้งสามครั้งที่บริเวณนี้ ตามมาตรฐานของระยะมองเห็นปลอดภัยในตารางที่ 2-1 หากใช้ค่าความเร็วของรถไฟและรถยนต์ที่ประมาณได้จากสนาม ระยะมองเห็นปลอดภัยของทางตัดผ่านนี้ในพื้นที่ ข. และ ค. สามารถสรุปได้ดังนี้

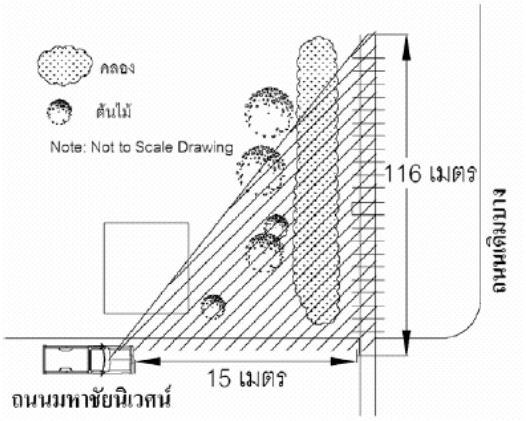
- พื้นที่ ข. พื้นที่ตัดสินใจ หรือ Sight Triangle Zone
  - ระยะบนทางรถไฟถึงทางตัดผ่าน 116 เมตร
  - ระยะบนถนนถึงทางตัดผ่าน 15 เมตร
- พื้นที่ ค. พื้นที่อันตราย หรือ Sight Distance on Track
  - ระยะบนทางรถไฟถึงทางตัดผ่าน 136 เมตร
  - ระยะบนถนนถึงทางตัดผ่าน 5 เมตร

จากข้อมูลภาคสนามรูปที่ 5-3 แสดงระยะสิ่งกีดขวางข้างทางต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการมองเห็นปลอดภัย



รูปที่ 5-3 ร่างโดยสังเขปของระยะสิ่งกีดขวางข้างทาง

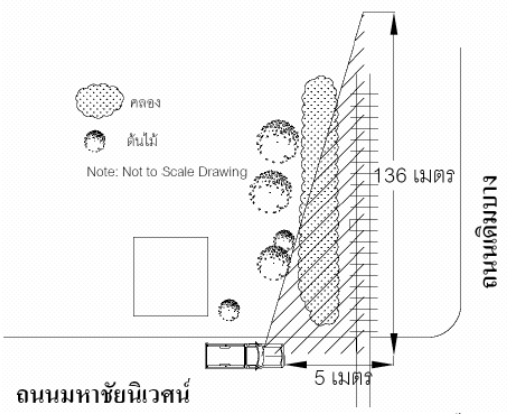
จากระยะมองเห็นปลอดภัยที่หาได้ข้างต้นหากนำมาเปรียบเทียบกับระยะของสิ่งกีดขวางข้างทาง ณ บริเวณทางตัดผ่านดังแสดงในรูปที่ 5-3 จะเห็นได้ว่า ในพื้นที่ ข. ยังมีสิ่งกีดขวางที่บดบังทัศนะวิสัยของผู้ขับขี่อยู่ทั้งตำแหน่งของที่พักสายตรวจและต้นไม้ข้างทาง เนื่องจากที่พักสายตรวจเป็นสิ่งก่อสร้างถาวรที่ยากต่อการรื้อถอน ดังนั้นหากมีการปรับปรุงระยะมองเห็นปลอดภัยที่บริเวณนี้อย่างน้อยที่สุดต้นไม้ข้างทางบริเวณหน้าอาคารที่พักสายตรวจที่บดบังทัศนะวิสัยของผู้ขับขี่ ควรได้รับการรื้อถอน รูปที่ 5-4 แสดงระยะมองเห็นปลอดภัยของพื้นที่ประเภท ข. รูปที่ 5-5 แสดงมุมมองจากตำแหน่งหน้าที่พักสายตรวจไปยังทางรถไฟ พบว่ามีต้นไม้บดบังทัศนะวิสัยเป็นจำนวนมาก



รูปที่ 5-4 ระยะมองเห็นปลอดภัยและสามเหลี่ยมปลอดภัยในพื้นที่ ข.

รูปที่ 5-5 แสดงมุมมองของผู้ขับขี่ที่อยู่ในระยะประมาณ 13 เมตร จากทางรถไฟหรือในระยะใกล้กับป้อมสายตรวจ

ที่พื้นที่ ค. จากรูปจะเห็นได้ว่าที่ระยะห่างจากทางรถไฟอย่างน้อย 4.5-5 เมตร ผู้ขับขี่ต้องการมองเห็นรถไฟในระยะประมาณ 136 เมตร จากภาพถ่ายภาคสนามในมุมของการเดินรถที่เกิดอุบัติเหตุที่ระยะ 5 เมตร จากทางรถไฟและอยู่ในพื้นที่อันตราย พบว่ายังคงมีระยะมองเห็นปลอดภัยที่ไม่เหมาะสม โดยทัศนะวิสัยของผู้ขับขี่ถูกบดบังจากต้นไม้ข้างทาง รูปที่ 5-6 แสดงระยะมองเห็นปลอดภัยที่พื้นที่อันตราย (ประมาณ 5 เมตร จากทางรถไฟ) รูปที่ 5-7 แสดงภาพถ่ายจากสนาม ซึ่งพบว่ามีต้นไม้บดบังทัศนะวิสัยของผู้ขับขี่

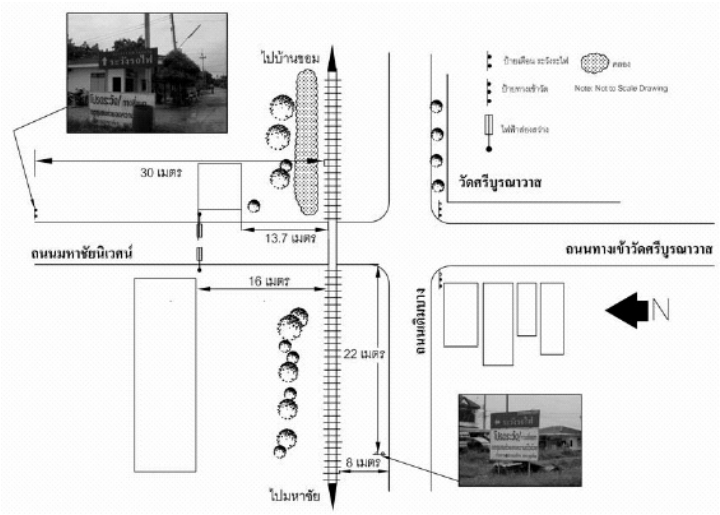


รูปที่ 5-6 ระยะมองเห็นปลอดภัยและสามเหลี่ยมปลอดภัยในพื้นที่ ค.

รูปที่ 5-7 แสดงมุมมองของผู้ขับขี่ที่อยู่ในระยะประมาณ 5 เมตรจากทางรถไฟ

2. เครื่องหมายจราจร อุปกรณ์ควบคุม ณ ทางตัดผ่าน และไฟฟ้าส่องสว่าง

เนื่องจากทางลักผ่านที่ตำแหน่งนี้เป็นทางลักผ่านที่มีลักษณะอยู่ใกล้กับทางแยก และจากสมมุติฐานของสาเหตุที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุ พบว่าผู้ขับขี่รถยนต์อาจมุ่งความสนใจไปที่การจราจรบริเวณทางแยกมากกว่าทางตัดผ่านทางรถไฟ ซึ่งสอดคล้องกับสภาพปัจจุบันของทางตัดผ่านที่มีป้ายเตือนระวังรถไฟที่ระยะห่าง 30 เมตร ก่อนถึงทางตัดผ่านและที่ 22 เมตรก่อนถึงทางแยกรวมจำนวนป้ายที่มีทั้งหมดในบริเวณทางลักผ่านนี้เพียงสองป้าย อีกทั้งยังมีไฟฟ้าส่องสว่างที่ระยะ 16 เมตร เพียงตำแหน่งเดียว และไม่พบอุปกรณ์ควบคุม หรือเครื่องหมายจราจรใด ๆ ที่ตำแหน่งของทางตัดผ่าน รูปที่ 5-8 แสดงตำแหน่งของป้ายเตือนระวังรถไฟและไฟฟ้าส่องสว่างที่มีอยู่ในปัจจุบัน รูปที่ 5-9 แสดงลักษณะของทางตัดผ่านปัจจุบันที่ไม่มีการติดตั้งเครื่องหมายจราจร หรืออุปกรณ์ควบคุมใด ๆ

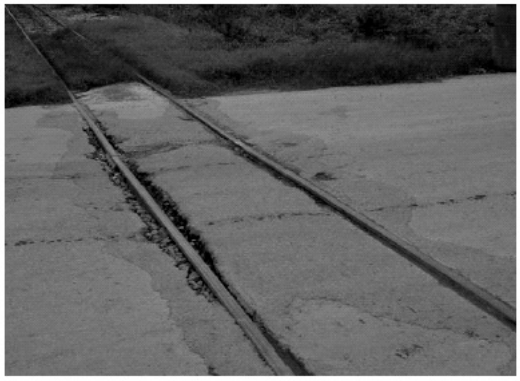


รูปที่ 5-8 ตำแหน่งของป้าย และไฟฟ้าส่องสว่าง

รูปที่ 5-9 ลักษณะทางลักผ่านในปัจจุบันซึ่งไม่มีการติดตั้งเครื่องหมายจราจรทำให้ตำแหน่งของทางตัดผ่านไม่ชัดเจน รวมทั้งมีทางแยกมาเบี่ยงเบนความสนใจของผู้ขับขี่ (มุมมองจากถนนมหาชัยนิเวศน์)

3. พื้นผิวถนน และพื้นผิวทางตัดผ่านทางรถไฟ

ผิวทางที่ไม่ได้มาตรฐาน อาจเป็นอีกหนึ่งในสาเหตุที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุที่ทางลักผ่านนี้ผิวทางที่ย่ำแย่ส่งผลโดยรวมต่อความคล่องตัวของการจราจร ณ จุดตัดผ่านผู้ขับขี่ที่เดินทางผ่านมักเสียเวลาในการเลือกเส้นทางหรือต้องชะลอความเร็วระหว่างข้ามทางตัดผ่านเป็นสาเหตุให้ผู้ขับขี่ไม่สามารถควบคุมยานพาหนะของตนให้พ้นทางตัดผ่านก่อนรถไฟเดินทางมาถึง จากการตรวจสอบภาคสนาม พบว่าผิวทางที่บริเวณทางตัดผ่านหน้าวัดศรีบูรณาวาสนั้นอยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์ทั้งที่จุดตัดผ่าน หรือทางโค้งจากถนนมหาชัยนิเวศน์เข้าสู่ถนนเดิมบางโดยผิวทางมีสภาพเป็นหลุมบ่อ และมีน้ำท่วมขังหลังฝนตก รูปที่ 5-10 ถึง 5-12 แสดงลักษณะของผิวทางที่ทางลักผ่าน



รูปที่ 5-10 สภาพผิวทาง ณ จุดตัดผ่านปัจจุบัน

รูปที่ 5-11 สภาพผิวทาง บริเวณทางตัดผ่าน จากถนนมหาชัยนิเวศน์ เข้าสู่ถนนเดิมบาง

รูปที่ 5-12 สภาพผิวทาง บริเวณทางตัดผ่านในรูปที่ 5-10 หลังจากฝนตก

5.1.7 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข

1. การปรับปรุงสภาพทางกายภาพบริเวณทางลักผ่าน

ก. ปรับปรุงระยะมองเห็นปลอดภัย

จากข้อแนะนำของการปรับปรุงทางลักผ่านที่ให้ไว้ในคู่มือการจัดการด้านความสะดวก และปลอดภัยบริเวณทางลักผ่านได้กล่าวไว้ว่า หากพบว่าบริเวณทางลักผ่านที่ต้องการทำการปรับปรุงแก้ไขมีระยะมองเห็นปลอดภัยที่ไม่เพียงพอ ประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ควรได้รับการทบทวน

- พิจารณาปรับปรุงตัวแปรที่เป็นอุปสรรค เช่น ทำการถากถางป่าริมทางรถไฟ หรือถอดถอนป้ายโฆษณาที่เป็นอุปสรรคต่อการมองเห็น
- หากมุมระยะหยุด หรือระยะมองเห็นปลอดภัยไม่เหมาะสมกับความเร็วที่กำหนด หรือความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะทั่วไป และระยะดังกล่าวไม่สามารถทำการปรับปรุงได้
  - ควรพิจารณาหามาตรการที่ช่วยเตือน หรือชะลอความเร็วของยานพาหนะในบริเวณดังกล่าว ตัวอย่างเช่น ใช้ป้ายเตือน จัดทำรัมเบิ้ลสตริป หรือป้ายกำหนดความเร็ว ณ บริเวณก่อนถึงทางตัดผ่านนั้น ๆ
  - ยกระดับประเภทหรือชนิดของอุปกรณ์ควบคุม ณ ทางตัดผ่านนั้น ๆ เช่น ทำการติดตั้งอุปกรณ์ชนิดตอบสนอง และแสงไฟวาบ เพื่อเตือนผู้ขับขี่ถึงขบวนรถไฟข้างหน้า

ในกรณีทางลักผ่านหน้าวัดศรีบูรณาวาส พบว่าที่พักสายตรวจเป็นสิ่งกีดขวางข้างทางที่อยู่ในพื้นที่สามเหลี่ยมปลอดภัยแต่อาคารที่พักสายตรวจเป็นสิ่งปลูกสร้างถาวรที่ยากต่อการรื้อถอน ดังนั้น

จากข้อแนะนำข้างต้นอย่างน้อย ควรมีการรื้อถอนหรือปรับแต่งต้นไม้ข้างทางบริเวณหน้าที่พักสายตรวจที่บดบังทัศนะวิสัยของผู้ขับขี่ ดังแสดงในรูปที่ 5-4 และ 5-6 นอกเหนือจากปรับแต่งต้นไม้บริเวณนี้แล้ว เครื่องหมายจราจรและอุปกรณ์ควบคุมควรได้รับการติดตั้งเพิ่มเติมเพื่อเตือนผู้ขับขี่ให้ระวังถึงทางตัดผ่านทางรถไฟบริเวณทางแยก

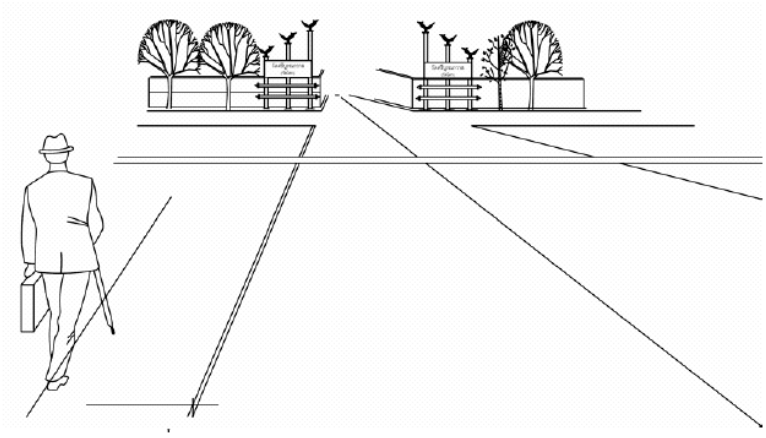
ข. ปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของถนน

จากการวิเคราะห์สภาพทางกายภาพที่มีผลต่อความปลอดภัยบริเวณทางลักผ่านข้างต้น พบว่าสภาพผิวทางที่บริเวณทางลักผ่านนี้เป็นอุปสรรคต่อการจราจร และเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุที่ทางลักผ่าน ดังนั้นผิวทางที่บริเวณทางลักผ่านทั้งบริเวณจุดตัดทางรถไฟและบริเวณทางแยกควรมีการปรับปรุงให้มีผิวราบเรียบเพื่อง่ายต่อการสัญจร

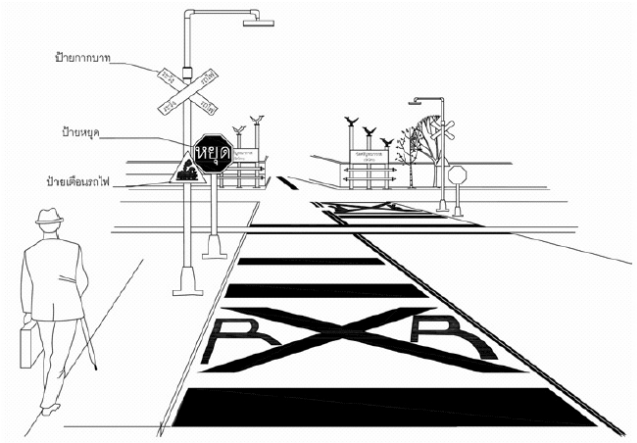
2. การปรับปรุงเครื่องหมายจราจรและอุปกรณ์ควบคุมบริเวณทางตัดผ่าน

ก. เครื่องหมายจราจร และอุปกรณ์ควบคุมที่ตำแหน่งของทางตัดผ่าน

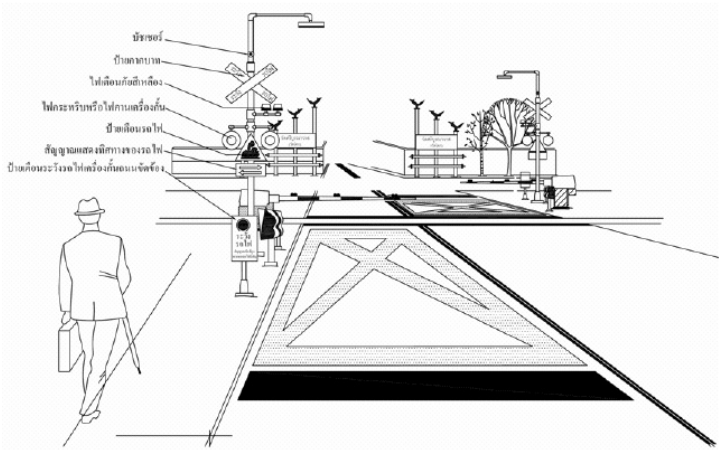
จากข้อมูลที่เสนอไว้ข้างต้น พบว่าทางลักผ่านนี้มีค่าคูณควบการจราจรเท่ากับ 34,270 และอยู่ในเขตชุมชนที่มีการสัญจรบนท้องถนนสูง ทั้งยังมีตำแหน่งอยู่ใกล้กับทางแยกและมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นถึง 3 ครั้ง ซึ่งตามหลักการแล้วทางลักผ่านนี้ควรมีการปรับปรุงให้เป็นทางตัดผ่านประเภทควบคุมด้วยเครื่องกั้นอัตโนมัติ หากว่าในกรณีที่มีงบประมาณในการปรับปรุงทางลักผ่านไม่เพียงพอควรมีการพิจารณาติดตั้งเครื่องหมายจราจรพื้นฐาน โดยปรับปรุงทางลักผ่านให้อยู่ในประเภททางตัดผ่านชนิดควบคุมด้วยเครื่องหมายจราจร รูปที่ 5-13 แสดงสภาพของทางตัดผ่านในปัจจุบันก่อนการปรับปรุงเปรียบเทียบกับรูปที่ 5-14 แสดงลักษณะของทางตัดผ่านหลังการปรับปรุงให้เป็นทางตัดผ่านชนิดควบคุมด้วยเครื่องหมายจราจร และ รูปที่ 5-15 แสดงลักษณะของทางตัดผ่านหลังการปรับปรุงให้เป็นทางตัดผ่านชนิดควบคุมด้วยเครื่องกั้นอัตโนมัติ



รูปที่ 5-13 ทางตัดผ่านหน้าวัดศรีบูรณาวาสก่อนการปรับปรุง



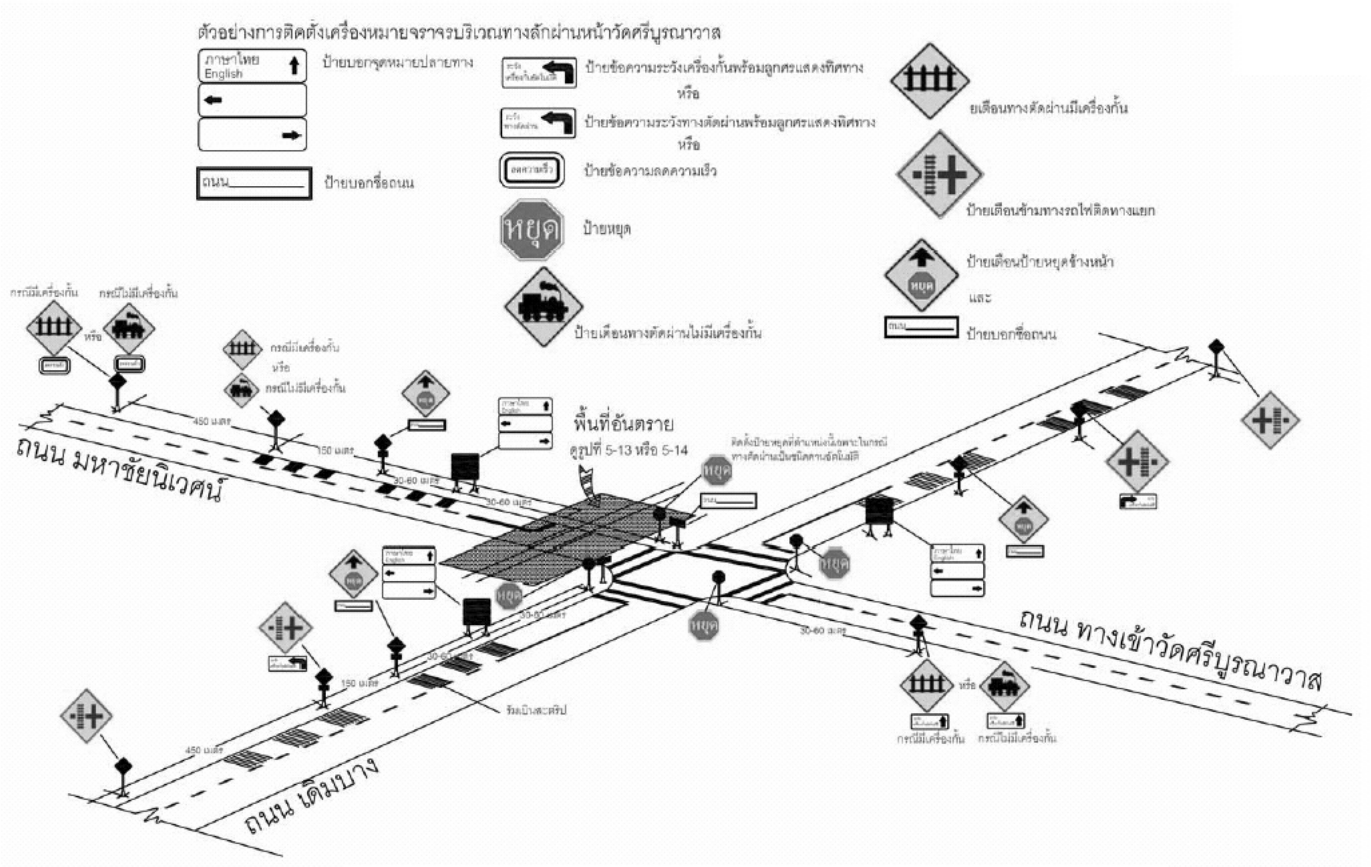
รูปที่ 5-14 ทางตัดผ่านหน้าวัดศรีบูรณาวาสหลังการปรับปรุงให้เป็นทางตัดผ่านชนิดควบคุมด้วยเครื่องหมายจราจร



รูปที่ 5-15 ทางตัดผ่านหน้าวัดศรีบูรณาวาสหลังการปรับปรุงให้เป็นทางตัดผ่านชนิดควบคุมด้วยเครื่องกั้นอัตโนมัติ

ข. เครื่องหมายจราจร และอุปกรณ์ควบคุมบริเวณทางตัดผ่าน

จากข้อมูลที่ได้เสนอไว้ข้างต้นจะเห็นได้ว่าที่ทางตัดผ่านนี้มีเครื่องหมายจราจรที่มีลักษณะเป็นเพียงป้ายเตือนเพียงสองตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 5-14 ดังนั้นการติดตั้งเครื่องหมายจราจรบริเวณทางแยกใกล้ทางตัดผ่านจึงเป็นสิ่งจำเป็น รูปที่ 5-16 แสดงตำแหน่งและลักษณะของเครื่องหมายจราจรที่ควรทำการติดตั้งเครื่องหมายจราจรและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ที่ควรทำการติดตั้งเพิ่มเติมที่ทางตัดผ่าน และบริเวณรอบทางแยกใกล้กับทางตัดผ่านสามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 5-1 และ 5-2



รูปที่ 5-16 เครื่องหมายจราจรที่ควรทำการติดตั้งในกรณีทางตัดผ่านเป็นทางตัดผ่านชนิดควบคุมด้วยเครื่องหมายจราจร

ตารางที่ 5-1 สรุปเครื่องหมายจราจรและอุปกรณ์ควบคุมที่ควรทำการติดตั้งเพิ่มเติมกรณีที่ปรับปรุงทางตัดผ่านเป็นทางตัดผ่านควบคุมด้วยเครื่องหมายจราจร

ชื่อป้าย	หมายเลขป้าย*	ลักษณะการติดตั้งที่แนะนำ
ป้ายเตือนที่ถูกตัดทางรถไฟ (Higtway-Rail Grada Warring Signs)		
ป้ายกากบาท	-	ติดตั้งคู่กับอุปกรณ์ตอบสนองชนิดสัญญานไฟวาบ (ดูการติดตั้งเสาสัญญาณไฟวาบ)
ป้ายเตือนรถไฟ	-	ติดตั้งคู่กับอุปกรณ์ตอบสนองชนิดสัญญานไฟวาบ (ดูการติดตั้งเสาสัญญาณไฟวาบ)
ป้ายบังคับ		
ป้ายหยุด	บ.1	ห่างจากขอบทางอย่างน้อย 1.20 เมตร แต่ไม่เกิน 10 เมตร และห่างทางจากสันรางรถไฟเป็นระยะอย่างน้อย 5 เมตร
ป้ายเตือน (Warning Signs)		
ป้ายเตือนทางข้ามรถไฟมีเครื่องกั้น	ต.29	ระยะ 150 เมตร และ 600 เมตรจากสันรางรถไฟ
ป้ายเตือนรถติดทางแยก	ต.30	ติดตั้งที่ขายของทางแยกที่ไม่มีทางรถไฟตัดผ่าน
ป้ายเตือนหยุดข้างหน้า	ต.54	ให้ใช้ป้ายเตือนหยุดข้างหน้า ในกรณีที่ไม่สามารถมองเห็นป้ายหยุดในระยะที่เพียงพอ เนื่องจากทางในโค้งราบ โค้งตั้งหรือสิ่งกีดขวางอื่น ๆ ที่เป็นทั้งสิ่งกีดขวางถาวรและชั่วคราว เช่น ต้นไม้ และรถจอดขวางการมองเห็น เป็นต้น ตลอดจนความเร็วของรถที่เข้าสู่แยก จนทำให้ผู้ขับขี่ยวดยานไม่สามารถหยุดรถตรงแนวที่จะให้รถหยุดได้ หรือให้ติดตั้งป้ายเตือนหยุดข้างหน้าล่วงหน้าก่อนถึงทางตัดผ่านที่ติดตั้งป้ายหยุด
ป้ายเตือนเขตห้ามแซง	ต.61	ติดตั้งที่ด้านขวาที่ระยะเริ่มต้นของเส้นแบ่งทิศทางจราจรห้ามแซงหรือป้ายบังคับห้ามแซง
ป้ายเตือนสิ่งกีดขวาง	ต.72 และ ต.73	ติดตั้งป้าย ต.72 ที่ด้านขวาของทางเดินรถ และติดตั้งป้าย ต.73 ที่ด้านซ้ายของทางเดินรถ
เครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง (Pavement Markings)		
เส้นแนวหยุด	พบ.11	ที่ตำแหน่งของป้ายหยุด ห่างจากขอบผิวจราจรไม่น้อยกว่า 1 เมตร และไม่เกิน 10 เมตร
เส้นทะแยงห้ามขวางทางแยก	พบ.15	ใช้ติดตั้งบริเวณทางแยกใกล้ทางตัดผ่านที่มีปัญหาการติดขัดย้อนกลับจากทางรถที่หยุดรอที่ทางตัดผ่าน
เส้นชะลอความเร็ว	พบ.4	เส้นแบ่งทิศทางจราจรห้ามแซงนี้จะเริ่มต้นตำแหน่งของสันรางรถไฟ ตารางที่ 4-6 ความกว้างของเส้น ตารางที่ 4-7 ของเส้น
เส้นแบ่งทิศทางจราจรห้ามแซงเฉพาะด้าน	พต.7	ทางนอกเมืองความเร็วส่วนมาก 90 กม./ชม. ให้เครื่องหมายฯ อยู่ก่อนถึงทางรถไฟอย่างน้อย 140 เมตร ทางในเมืองความเร็วส่วนมาก 60 กม./ชม. ให้เครื่องหมายฯ อยู่ก่อนถึงทางรถไฟอย่างน้อย 60 เมตร

หมายเหตุ : ** หมายเลขป้ายสามารถใช้อ้างอิงกับคู่มือและมาตรฐานเครื่องหมายจราจร ของสำนักนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม*

ตารางที่ 5-2 สรุปเครื่องหมายจราจรและอุปกรณ์ควบคุมที่ควรทำการติดตั้งเพิ่มเติมกรณีที่ปรับปรุงทางตัดผ่านเป็นทางตัดผ่านควบคุมด้วยคานกั้นอัตโนมัติ

ชื่อป้าย	หมายเลขป้าย*	ลักษณะการติดตั้งที่แนะนำ
ป้ายเตือนที่ถูกตัดทางรถไฟ (Higtway-Rail Grada Warring Signs)		
ป้ายกากบาท	-	ติดตั้งคู่กับอุปกรณ์ตอบสนองชนิดสัญญานไฟวาบ (ดูการติดตั้งเสาสัญญาณไฟวาบ)
ป้ายเตือนรถไฟ	-	ติดตั้งคู่กับอุปกรณ์ตอบสนองชนิดสัญญานไฟวาบ (ดูการติดตั้งเสาสัญญาณไฟวาบ)
ป้ายบังคับ		
ป้ายหยุด	บ.1	ห่างจากขอบทางอย่างน้อย 1.20 เมตร แต่ไม่เกิน 10 เมตร และห่างทางจากสันรางรถไฟเป็นระยะอย่างน้อย 5 เมตร
ป้ายเตือน (Warning Signs)		
ป้ายเตือนทางข้ามรถไฟมีเครื่องกั้น	ต.29	ระยะ 150 เมตร และ 600 เมตรจากสันรางรถไฟ
ป้ายเตือนรถติดทางแยก	ต.30	ติดตั้งที่ขายของทางแยกที่ไม่มีทางรถไฟตัดผ่าน
ป้ายเตือนหยุดข้างหน้า	ต.54	ให้ใช้ป้ายเตือนหยุดข้างหน้า ในกรณีที่ไม่สามารถมองเห็นป้ายหยุดในระยะที่เพียงพอ เนื่องจากทางในโค้งราบ โค้งตั้งหรือสิ่งกีดขวางอื่นๆ ที่เป็นทั้งสิ่งกีดขวางถาวรและชั่วคราว เช่น ต้นไม้ และรถจอดขวางการมองเห็น เป็นต้น ตลอดจนความเร็วของรถที่เข้าสู่แยก จนทำให้ผู้ขับขี่ยวดยานไม่สามารถหยุดรถตรงแนวที่จะให้รถหยุดได้ หรือให้ติดตั้งป้ายเตือนหยุดข้างหน้าล่วงหน้าก่อนถึงทางตัดผ่านที่ติดตั้งป้ายหยุด
ป้ายเตือนเขตห้ามแซง	ต.61	ติดตั้งที่ด้านขวาที่ระยะเริ่มต้นของเส้นแบ่งทิศทางจราจรห้ามแซงหรือป้ายบังคับห้ามแซง
ป้ายเตือนสิ่งกีดขวาง	ต.72 และ ต.73	ติดตั้งป้าย ต.72 ที่ด้านขวาของทางเดินรถ และติดตั้งป้าย ต.73 ที่ด้านซ้ายของทางเดินรถ
เครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง (Pavement Markings)		
เส้นแนวหยุด	พบ.11	ที่ตำแหน่งของป้ายหยุด ห่างจากขอบผิวจราจรไม่น้อยกว่า 1 เมตร และไม่เกิน 10 เมตร
เส้นทะแยงห้ามขวางทางแยก	พบ.15	ใช้ติดตั้งบริเวณทางแยกใกล้ทางตัดผ่านที่มีปัญหาการติดขัดย้อนกลับจากทางรถที่หยุดรอที่ทางตัดผ่าน
เส้นชะลอความเร็ว	-	จัดเป็น 3 กลุ่ม ระยะห่างระหว่างกลุ่ม 28 เมตร ในหนึ่งกลุ่มมี 8 เส้น กว้าง 0.10 เมตร ระยะแรกจะติดตั้งที่ตำแหน่งก่อนบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟประมาณ 60-100 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างเส้น 0.5 เมตร ระยะที่จะติดตั้งห่างจากรัมเล้นสตริปกลุ่มสุดท้ายของระยะแรกประมาณ 60-100 เมตร เว้นระยะห่างเส้น 0.75 เมตร
เส้นแบ่งทิศทางจราจรห้ามแซงเฉพาะด้าน	พบ.4	เส้นแบ่งทิศทางจราจรห้ามแซงนี้จะเริ่มต้นที่ตำแหน่งของสันรางรถไฟ ตารางที่ 4-6 ความกว้างของเส้นตารางที่ 4-7 ของเส้น

ตารางที่ 5-2 สรุปเครื่องหมายจราจรและอุปกรณ์ควบคุมที่ควรทำการติดตั้งเพิ่มเติมกรณีที่ปรับปรุงทางตัดผ่านเป็นทางตัดผ่านควบคุมด้วยคานกั้นอัตโนมัติ (ต่อ)

ชื่อป้าย	หมายเลขป้าย*	ลักษณะการติดตั้งที่แนะนำ
เครื่องหมายจราจรแบบตอบสนองชนิดมาตรฐาน (Standard Active Devices)		
เครื่องกั้นชนิดคาน	-	4 เมตร จากสันรางรถไฟ
สัญญาณเตือนรถไฟ	-	5.5 เมตรจากสันรางรถไฟ สำหรับทางตัดผ่านประเภท ก.0-3 และ 4 เมตร สำหรับเครื่องกั้นประเภท ข.2
สัญญาณเตือนระวังรถไฟ เครื่องกั้นถนนขัดข้อง	-	10 เมตร สำหรับเครื่องกั้นประเภท ข.1 และ 8.5 เมตร สำหรับเครื่องกั้นประเภท ข.2
อุปกรณ์เสริมอื่น ๆ (Supplemental Devices)		
รั้วกันชนเครื่องกั้นถนน	-	ติดตั้งที่บริเวณเครื่องกั้นทางรถไฟ ครอบคลุมเครื่องกั้นและเสาสัญญาณไฟวาบโดยห่างจากขอบถนน 1-1.5 เมตร ปลายรั้วให้ห่างจากขอบถนนเป็นระยะ 2-2.5 เมตร

หมายเหตุ : ** หมายเลขป้ายสามารถใช้อ้างอิงกับคู่มือและมาตรฐานเครื่องหมายจราจร ของสำนักนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม*

5.2 กรณีศึกษาที่ 2 : ทางลักผ่านทางรถไฟ เส้นโคกคลี-แผ่นดินทอง จ.ลพบุรี

5.2.1 สถานที่

จากการตรวจสอบสถิติของอุบัติเหตุจากการรถไฟฯ ดังที่ได้แสนอไว้ในตารางที่ 5-1 พบว่าที่ทางตัดผ่านระหว่างสถานีโคกคลีและสถานีแผ่นดินทองมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 8 ครั้งระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึง 2546 หากแต่ว่ารายละเอียดอุบัติเหตุที่สามารถเปิดเผยได้มีเพียงข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2540 ถึง 2542 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

วันที่ 15 เมษายน พ.ศ. 2540 เหตุเกิดที่ สทล. 233/7-8

รถยนต์ส่วนบุคคลชนกับรถไฟโดยสารในระยะกระชั้นชิดซึ่งพนักงานขับรถไฟได้เปิดหวีดสัญญาณอันตรายและลงห้ามล้อหยุดขบวนรถ แต่เนื่องจากเป็นระยะกระชั้นชิดไม่สามารถหยุดได้ทันทีทำให้รถไฟเลื่อนไหลเข้าชนรถยนต์ดังกล่าวได้รับความเสียหายผู้ขับขี่รถยนต์ได้รับบาดเจ็บ 5 คน

วันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2540 เหตุเกิดที่ สทล. 231/10

รถยนต์ส่วนบุคคลชนกับรถไฟโดยสารในระยะกระชั้นชิดซึ่งพนักงานขับรถไฟได้เปิดหวีดสัญญาณอันตรายและลงห้ามล้อหยุดขบวนรถ แต่เนื่องจากเป็นระยะกระชั้นชิดไม่สามารถหยุดได้ทันทีทำให้รถไฟเลื่อนไหลเข้าชนรถยนต์ดังกล่าวได้รับความเสียหาย

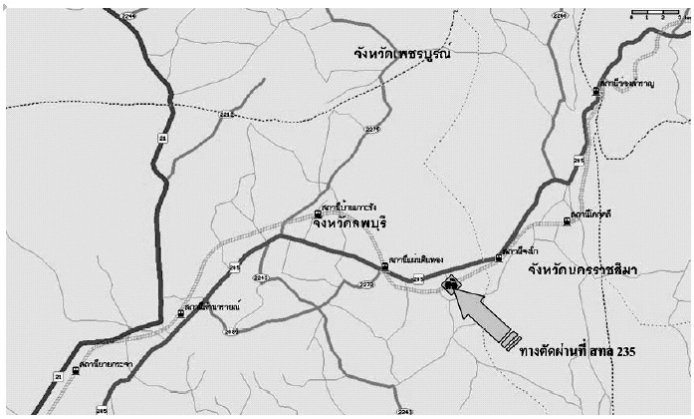
วันที่ 6 มิถุนายน พ.ศ. 2542 เหตุเกิดที่ สทล. 233/7-5

รถยนต์ส่วนบุคคลชนกับรถไฟโดยสารในระยะกระชั้นชิดซึ่งพนักงานขับรถไฟได้เปิดหวีดสัญญาณอันตรายและลงห้ามล้อหยุดขบวนรถ แต่เนื่องจากเป็นระยะกระชั้นชิดไม่สามารถหยุดได้ทันทีทำให้รถไฟเลื่อนไหลเข้าชนรถยนต์ดังกล่าวทำให้มีผู้เสียชีวิต 5 คน

จากข้อมูลของการรถไฟฯ พบว่าระหว่างสถานีโคกคลีและสถานีแผ่นดินทอง มีทางตัดผ่านทางรถไฟทั้งหมดจำนวน 10 จุด โดยแบ่งออกเป็นทางตัดผ่านประเภททางลักผ่าน 1 จุด ประเภทควบคุมด้วยเครื่องหมายจราจร 6 จุด ประเภทควบคุมด้วยเครื่องกั้นชนิดยกตรงทำงานด้วยมือหมุน (ก.3) 1 จุด และประเภทควบคุมด้วยเครื่องกั้นชนิดคานอัตโนมัติ (ข.2) 1 จุด ซึ่งหลังจากเปรียบเทียบข้อมูลภาคสนามกับสถิติอุบัติเหตุข้างต้น พบว่าทางตัดผ่านที่สามารถเก็บรายละเอียดอุบัติเหตุ ดังเสนอไว้ข้างต้นได้รับการปรับปรุงจากหน่วยงานของการรถไฟฯ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ตัวอย่างเช่น ทางตัดผ่านที่เกิดเหตุรถไฟชนรถกระบะที่ สทล.233/7-5 จนทำให้มีผู้เสียชีวิต 5 คน นั้นได้รับการปรับปรุงให้เป็นทางตัดผ่านประเภทเครื่องกั้นชนิดคานทำงานด้วยไฟฟ้าแบบมีพนักงานควบคุมหรือเครื่องกั้นประเภท ก.1 ดังแสดงในรูปที่ 5-17

รูปที่ 5-17 แสดงทางตัดผ่านที่ สทล.233/7-5 หลังจากการปรับปรุง

จากการสำรวจภาคสนามเพิ่มเติมที่ทางตัดผ่านอื่น ๆ ระหว่างสถานีโคกคลี และสถานีแผ่นดินทอง พบว่ายังมีทางตัดผ่านที่ยังไม่ได้มาตรฐานและถือว่าเป็นตำแหน่งที่มีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุสูง โดยเฉพาะทางตัดผ่านชนิดที่มีการควบคุมด้วยเครื่องหมายจราจรเพียงอย่างเดียว แต่เนื่องจากไม่สามารถหารายละเอียดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ณ ทางตัดผ่านนี้มาวิเคราะห์ได้ ดังนั้นกรณีศึกษาที่สองนี้จึงนำเสนอในรูปแบบของตัวอย่างการตรวจสอบสภาพความปลอดภัยของทางตัดผ่านทางรถไฟ (Safety Audits) พร้อมทั้งคำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขโดยตัดส่วนของการวิเคราะห์ทางด้านลักษณะการเกิดอุบัติเหตุออกโดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้อ่านสามารถนำมาใช้เป็นตัวอย่างในกรณีที่ต้องการทำการบำรุงรักษา หรือทำการปรับปรุงทางตัดผ่านทางรถไฟในเขตพื้นที่รับผิดชอบ เพื่อให้มีความปลอดภัยยิ่งขึ้น ทางตัดผ่านทางรถไฟที่นำเสนอเป็นตัวอย่างนี้เป็นทางตัดผ่านชนิดควบคุมด้วยเครื่องหมายจราจรในปัจจุบันโดยมีตำแหน่งที่ตั้งที่ สทล.235 ซึ่งอยู่บนถนนทางหลวง 205-วัดชัยสมบูรณ์ รูปที่ 5-18 แสดงตำแหน่งโดยคร่าวของทางตัดผ่าน



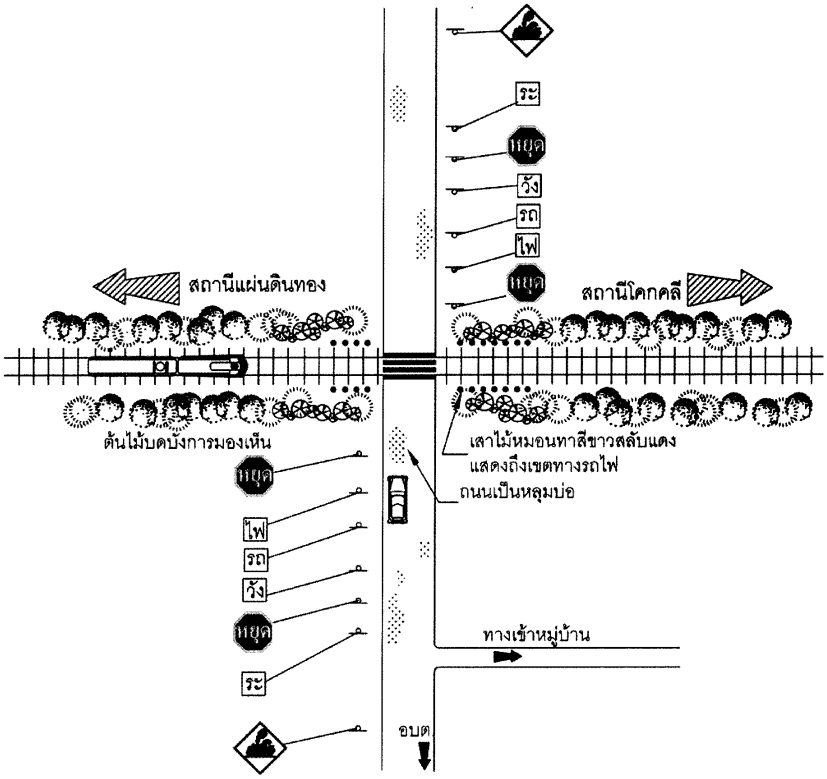
รูปที่ 5-18 ตำแหน่งของทางตัดผ่านที่ สทล. 235

5.2.2 สภาพทั่วไปของการจราจร ณ ทางตัดผ่าน

ตามตารางกำหนดการเดินทางของการรถไฟฯ พบว่าเส้นทางสายนี้มีขบวนรถโดยสารทั้งหมด 17 เที่ยวต่อวัน จากข้อมูลภาคสนามรถไฟที่แล่นผ่านบริเวณนี้มีความเร็วประมาณ 60 กม./ชม. และการจราจรทั่วไปบนถนน ณ ทางตัดผ่านมีความเร็วประมาณ 60 กม./ชม. โดยรถส่วนมากเป็นรถจักรยานยนต์ รถกระบะ รถยนต์ส่วนบุคคล และรถบรรทุกเล็ก จากข้อมูลของการรถไฟฯทางตัดผ่านที่ตำแหน่งนี้มีค่าคูณควบการจราจรเท่ากับ 18,768

5.2.3 ลักษณะและภาพร่างบริเวณทางตัดผ่าน

ทางตัดผ่านมีตำแหน่งอยู่ระหว่างสถานีโคกคลีและสถานีแผ่นดินทองซึ่งเป็นเส้นทางเดินรถไฟสายตะวันออกเฉียงเหนือถนนที่บริเวณทางตัดผ่านนี้ อยู่ในเขตความรับผิดชอบขององค์การบริหารส่วนตำบล หรือ อบต. ซึ่งเป็นถนนลูกรังและเป็นหลุมบ่อ พื้นที่บริเวณทางตัดผ่านเป็นพื้นที่ว่างสำหรับทำการเกษตร ซึ่งมีต้นไม้และหญ้ารกทึบขึ้นอยู่โดยเฉพาะที่บริเวณสองข้างทางรถไฟ ตามข้อมูลของการรถไฟฯ ปัจจุบันทางตัดผ่านนี้เป็นทางตัดผ่านประเภทควบคุมด้วยเครื่องหมายจราจร รูปที่ 5-19 แสดงลักษณะทั่วไปของทางตัดผ่าน



รูปที่ 5-19 ภาพร่างบริเวณทางตัดผ่าน

5.2.4 ผลการวิเคราะห์สภาพทางกายภาพต่อความปลอดภัยบริเวณทางตัดผ่าน

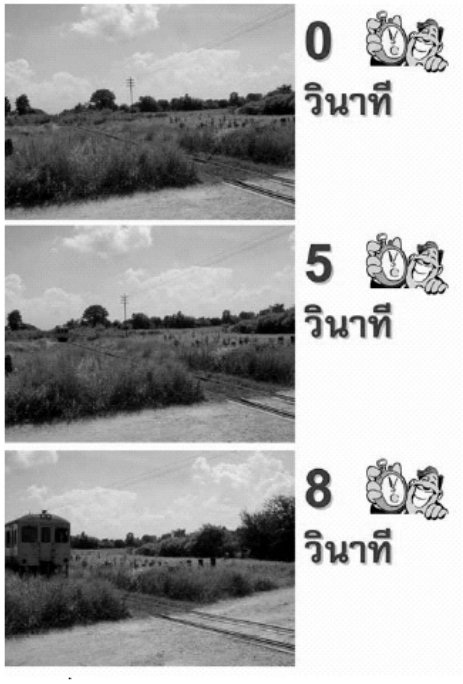
1. ระยะมองเห็นปลอดภัย

จากการสอบถามประชาชนผู้อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียงทำให้ทราบว่าได้มีการพยายามปรับปรุงถางต้นไม้บริเวณริมทางรถไฟแล้ว แต่ผลการสำรวจภาคสนาม พบว่าระยะมองเห็นปลอดภัยที่ทางตัดผ่านทางรถไฟ ณ ตำแหน่งนี้ยังคงไม่เพียงพอ ซึ่งทำให้เป็นอุปสรรคต่อการมองเห็นรถไฟของผู้ขับขี่ที่เดินทางผ่านทางตัดผ่านรูปที่ 5-20 แสดงภาพที่ผู้ขับขี่มองเห็นรถไฟที่กำลังเคลื่อนที่จากตำแหน่งของระยะมองเห็นปลอดภัยในพื้นที่ ค. โดยรถไฟกำลังแล่นเข้ามาด้วยความเร็วประมาณ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ ดังแสดงในรูปจะเห็นว่าทันทีที่เวลาประมาณ 5 วินาที หลังจากได้ยินเสียงหวีดรถไฟผู้ขับขี่จะเห็นรถไฟ ซึ่งวิ่งออกมาจากพุ่มไม้สูงและในช่วงเวลาอีกเพียงไม่ถึง 3 วินาทีต่อมารถไฟก็มาถึงบริเวณทางตัดผ่านแล้วด้วยความเร็วสูง

ตามค่ามาตรฐานของระยะมองเห็นปลอดภัยในตารางที่ 2-1 หากใช้ค่าความเร็วของรถไฟ และรถยนต์ที่ประมาณได้จากสนามระยะมองเห็นปลอดภัยของทางตัดผ่านในพื้นที่ ข. และ ค. สามารถสรุปได้ดังนี้

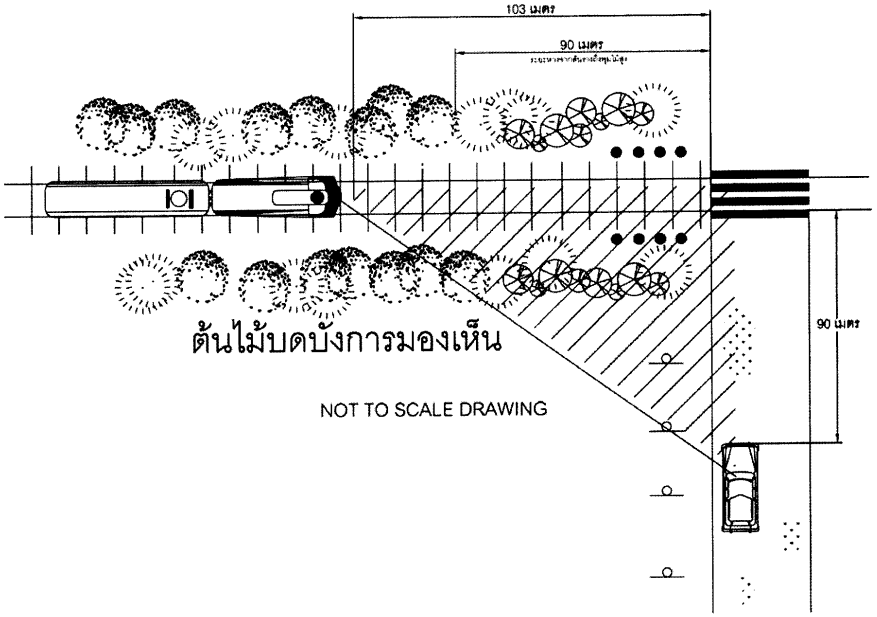
- **พื้นที่ ข. พื้นที่ตัดสินใจ หรือ Sight Triangle Zone**
  - ระยะบนทางรถไฟถึงทางตัดผ่าน 113 เมตร
  - ระยะบนถนนถึงทางตัดผ่าน 90 เมตร
- **พื้นที่ ค. พื้นที่อันตราย หรือ Sight Distance on Track**
  - ระยะบนทางรถไฟถึงทางตัดผ่าน 272 เมตร
  - ระยะบนถนนถึงทางตัดผ่าน 5 เมตร

จากระยะมองเห็นปลอดภัยข้างต้นหากนำมาเปรียบเทียบกับระยะของสิ่งกีดขวางข้างทาง ณ บริเวณทางตัดผ่านจะเห็นได้ว่าระยะมองเห็นปลอดภัยทั้งในพื้นที่ ข. และ ค. ยังถูกบดบังจากต้นไม้ข้างทางเป็นอย่างมาก ดังแสดงในรูปที่ 5-21 ถึง 5-23

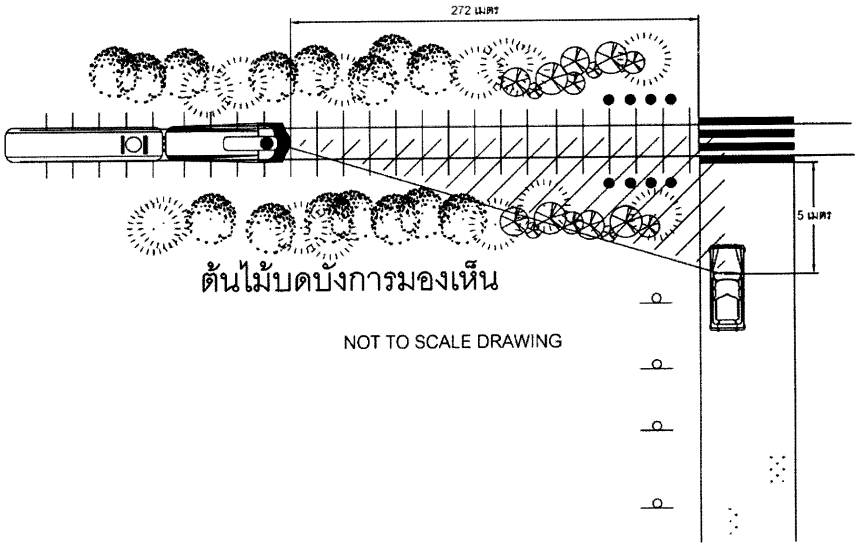


รูปที่ 5-20 ระยะเวลาที่รถไฟเดินทางถึงทางตัดผ่านจากระยะมองเห็นปัจจุบันในพื้นที่ ค.

รูปที่ 5-21 ต้นไม้สูงทั้งสองข้างทาง



รูปที่ 5-22 รูปแสดงพื้นที่ปลอดภัยที่ระยะมองเห็นปลอดภัยในพื้นที่ ข.



รูปที่ 5-23 รูปแสดงพื้นที่ปลอดภัยที่ระยะมองเห็นปลอดภัยในพื้นที่ ค

2. เครื่องหมายจราจร

อุปกรณ์ควบคุม ณ ทางตัดผ่าน และไฟฟ้าส่องสว่าง รูปที่ 5-19 แสดงตำแหน่งของเครื่องหมายจราจรที่มีการติดตั้งในปัจจุบันจากการสำรวจภาคสนาม พบว่าป้ายจราจรที่บริเวณทางตัดผ่านไม่เป็นไปตามมาตรฐานและอยู่ในสภาพที่ทรุดโทรม ป้ายที่มีการติดตั้งในปัจจุบัน คือ ป้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้าแสดงข้อความ “ระ” “วัง” “รถ” และ “ไฟ” เป็นระยะ ๆ ตามลำดับ ป้ายหยุด และเตือนรถไฟทางตัดผ่านไม่มีเครื่องกั้น

รูปที่ 5-24 แสดงตัวอย่างสภาพของป้ายที่ทรุดโทรมบริเวณทางตัดผ่าน นอกเหนือจากป้ายจราจรแล้วที่ทางตัดผ่านนี้ทางการรถไฟฯ ยังได้นำไม้หมอนทางรถไฟมาติดตั้งเรียงเป็นแนว เพื่อเตือนผู้ขับขี่ถึงเขตและตำแหน่งของรางรถไฟ หากแต่ว่าเสาไม้หมอนเหล่านี้อยู่ในสภาพที่ทรุดโทรมและไม่สามารถสังเกตเห็นสีแดงสลับขาวที่ทาไว้ รูปที่ 5-25 แสดงเสาไม้หมอนที่ทางตัดผ่าน จากการสำรวจพบว่าทั้งที่ตำแหน่งของทางตัดผ่านหรือที่บริเวณทางตัดผ่านห่างออกไปเป็นระยะอย่างน้อย 50 เมตร ยังไม่มีการติดตั้งเสาไฟฟ้าส่องสว่างใด ๆ ซึ่งก่อให้เกิดอุปสรรคในการเดินทางผ่านทางตัดผ่านบริเวณนี้ในยามค่ำคืน

รูปที่ 5-24 ป้ายทรุดโทรมที่บริเวณทางตัดผ่าน

รูปที่ 5-25 เสาไม้หมอนแสดงแนวเขตทางรถไฟที่ติดตั้งอยู่ในปัจจุบัน

3. พื้นผิวถนน และ พื้นผิวทางตัดผ่านทางรถไฟ

ผิวทางที่ทางตัดผ่านเป็นทางประเภททางลูกรัง ซึ่งมีลักษณะเป็นหลุมบ่อ และอาจทำให้เกิดน้ำท่วมขังหลังจากฝนตกได้ ผิวทางประเภทนี้ขัดกับมาตรฐานของทางรถไฟฯ ที่กำหนดไว้ว่า ทางตัดผ่านทางรถไฟควรเป็นทางตัดผ่านประเภทไร้ฝุ่นทุกฤดูกาล อนึ่งผิวทางประเภทนี้ยังเป็นอุปสรรคต่อผู้ขับขี่ทั้งในเรื่องของทัศนะวิสัยที่ย่ำแย่เนื่องจากมีฝุ่นเป็นจำนวนมากจากการสัญจรของรถข้างหน้า และในเรื่องของความคล่องตัวของการจราจรบริเวณทางตัดผ่านเนื่องจากผิวทางมีลักษณะเป็นหลุมบ่อ รูปที่ 5-26 และ 5-27 แสดงลักษณะผิวทางที่ทางตัดผ่านในปัจจุบัน

รูปที่ 5.26 ลักษณะของผิวทางที่เป็นทางลูกรัง และเป็นหลุมบ่อ

รูปที่ 5.27 ผิวทางที่ไม่สมบูรณ์บริเวณทางตัดผ่าน

5.2.5 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข

1. การปรับปรุงสภาพทางกายภาพบริเวณทางลักผ่าน

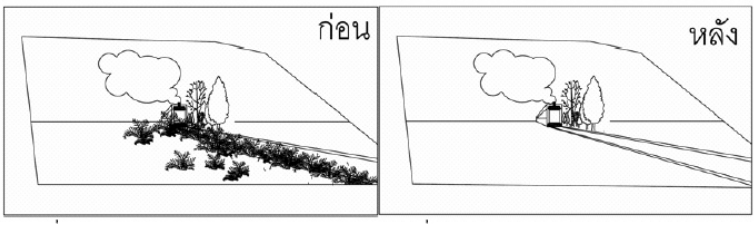
ก. ปรับปรุงระยะมองเห็นปลอดภัย

จากข้อแนะนำของการปรับปรุงทางลักผ่านที่ให้ไว้ในคู่มือการจัดการด้านความสะดวกและปลอดภัยบริเวณทางลักผ่านได้กล่าวไว้ว่า หากพบว่าบริเวณทางลักผ่านที่ต้องการทำการปรับปรุงแก้ไขมีระยะมองเห็นปลอดภัยที่ไม่เพียงพอประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ควรได้รับการทบทวน

- พิจารณาปรับปรุงตัวแปรที่เป็นอุปสรรค เช่น ทำการถากถางป่าริมทางรถไฟ หรือถอดถอนป้ายโฆษณาที่เป็นอุปสรรคต่อการมองเห็น
- หากมุม ระยะหยุด หรือระยะมองเห็นปลอดภัยไม่เหมาะสมกับความเร็วที่กำหนด หรือความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะทั่วไปและระยะดังกล่าวไม่สามารถทำการปรับปรุงได้ควร
  - พิจารณาหามาตรการที่ช่วยเตือน หรือชะลอความเร็วของยานพาหนะในบริเวณดังในบริเวณดังกล่าว ตัวอย่างเช่น ใช้ป้ายเตือนจัดทำรัมเบิ้ลสตริปหรือป้ายกำหนดความเร็ว ณ บริเวณก่อนถึงทางตัดผ่านนั้น ๆ
  - ยกระดับประเภทหรือชนิดของอุปกรณ์ควบคุม ณ ทางตัดผ่านนั้น ๆ เช่น ทำการติดตั้งอุปกรณ์ชนิดตอบสนอง และแสงไฟวาบเพื่อเตือนผู้ขับขี่ถึงขบวนรถไฟข้างหน้า

ในกรณีทางตัดผ่านที่ทำการศึกษานี้ พบว่ามีต้นไม้และกอหญ้าข้างทางบดบังทัศนะวิสัยของผู้ขับขี่เป็นจำนวนมาก ซึ่งกอหญ้าที่อาจดูไม่สูงแต่ที่ระยะความสูงประมาณ 1 เมตรจากพื้นดินสามารถบดบังขบวนรถไฟจากตำแหน่งของผู้ขับขี่รถยนต์ได้ ดังนั้นจากข้อแนะนำข้างต้น จึงควรมีการรื้อถอน หรือปรับแต่งต้นไม้ข้างทางบริเวณหน้าที่พักสาย ตรวจที่บดบังทัศนะวิสัยของผู้ขับขี่

รูปที่ 5-28 เปรียบเทียบทัศนะวิสัยของผู้ขับขี่ที่พื้นที่อันตราย (พื้นที่ ค.) ระหว่างก่อน และหลังการปรับแต่งต้นไม้ริมทาง



รูปที่ 5-28 รูปจำลองเปรียบเทียบทัศนะวิสัยของผู้ขับขี่ก่อนและหลังการปรับแต่งต้นไม้ริมทาง

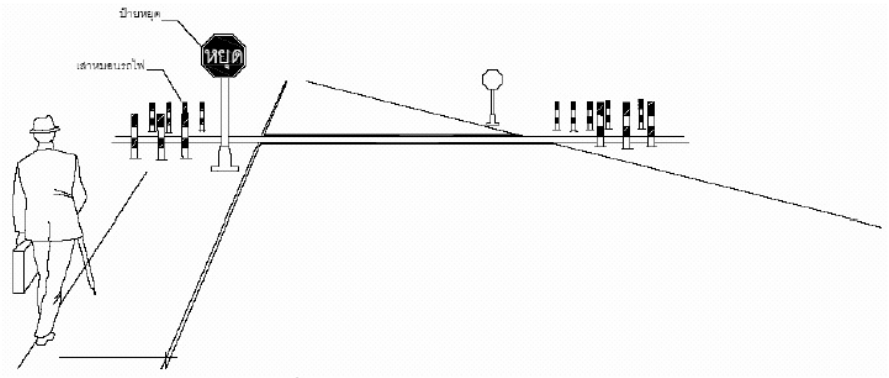
ข. ปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของถนน

จากการวิเคราะห์สภาพทางกายภาพที่มีผลต่อความปลอดภัยบริเวณทางลักผ่านข้างต้น พบว่าสภาพผิวทางที่บริเวณทางลักผ่านนี้ เป็นอุปสรรคต่อการจราจรและเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุที่ทางลักผ่าน ดังนั้นผิวทางที่บริเวณทางลักผ่านทั้งบริเวณจุดตัดทางรถไฟและบริเวณทางแยก ควรมีการปรับปรุงให้มีผิวราบเรียบเพื่อง่ายต่อการสัญจร

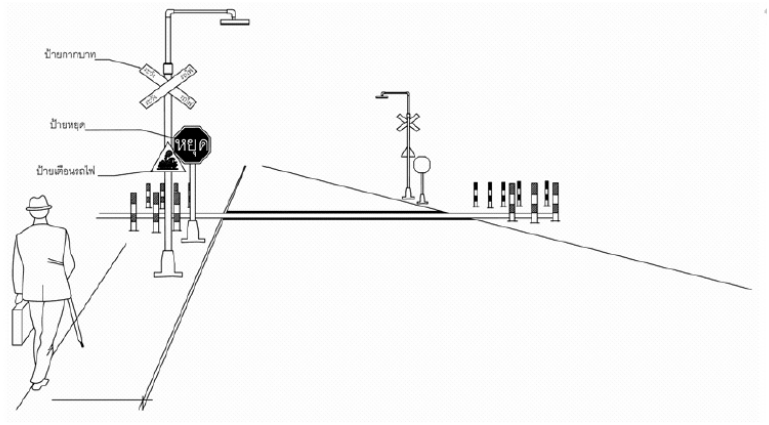
2. การปรับปรุงเครื่องหมายจราจรและอุปกรณ์ควบคุมบริเวณทางตัดผ่าน

ก. เครื่องหมายจราจร และอุปกรณ์ควบคุมที่ตำแหน่งของทางตัดผ่าน

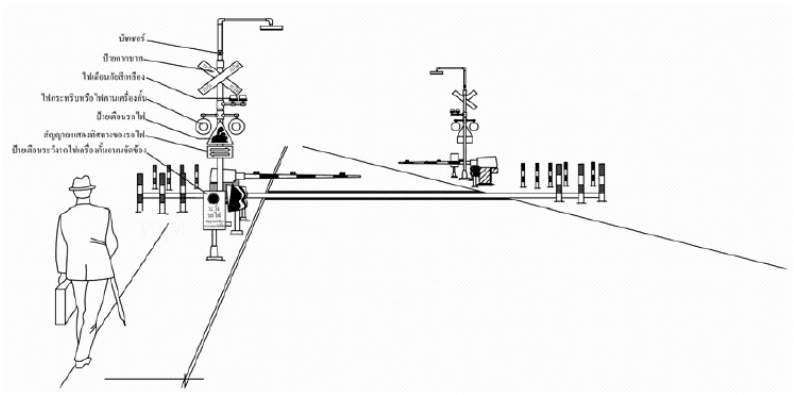
จากข้อมูลที่เสนอไว้ข้างต้น พบว่าทางลักผ่านนี้มีค่าคูณควบการจราจรเท่ากับ 18, 768 และตั้งอยู่บนเส้นทางที่มีความเร็วของรถบนถนนโดยเฉลี่ย 60 กม./ชม. ซึ่งตามหลักการแล้วทางตัดผ่านนี้ ควรมีการปรับปรุงให้เป็นทางตัดผ่านประเภทควบคุมด้วยเครื่องกั้นอัตโนมัติ หากว่าในกรณีที่มีงบประมาณในการปรับปรุงไม่เพียงพออาจทำการปรับปรุงเครื่องหมายจราจรพื้นฐานต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น ทำการติดตั้งป้ายเตือนรถไฟและเสาไฟฟ้าที่บริเวณทางตัดผ่าน และทาสีเสาไม้หมอนรถไฟที่เตือนผู้ขับขี่ถึงเขตทางรถไฟ รูปที่ 5-29 แสดงสภาพของทางตัดผ่านในปัจจุบันก่อนการปรับปรุงเปรียบเทียบกับรูปที่ 5-30 แสดงลักษณะของทางตัดผ่านหลังการปรับปรุงให้เครื่องหมายจราจรอยู่ในมาตรฐานที่กำหนด และรูปที่ 5-31 แสดงลักษณะของทางตัดผ่านหลังการปรับปรุงให้เป็นทางตัดผ่านชนิดควบคุมด้วยเครื่องกั้นอัตโนมัติ



รูปที่ 5-29 ทางตัดผ่านก่อนการปรับปรุง



รูปที่ 5-30 ทางตัดผ่านหน้าหลังการปรับปรุงเครื่องหมายจราจร

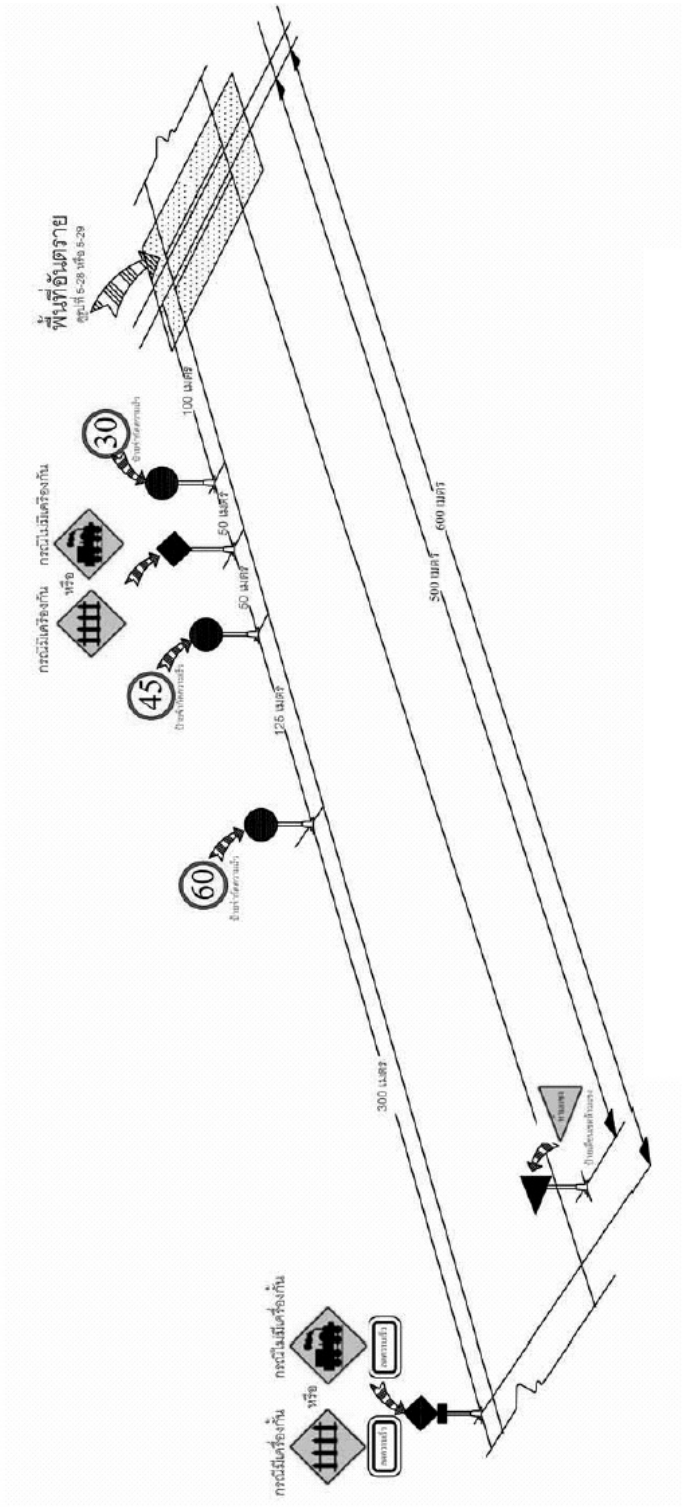


รูปที่ 5-31 ทางตัดผ่านหลังการปรับปรุงให้เป็นทางตัดผ่านชนิดควบคุมด้วยเครื่องกั้นอัตโนมัติ

ข. เครื่องหมายจราจร และอุปกรณ์ควบคุมบริเวณทางตัดผ่าน

จากข้อมูลเบื้องต้น พบว่ารถที่วิ่งผ่านทางตัดผ่านนี้มีความเร็วสูงซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 60 กม./ชม. ดังนั้นมาตรการต่าง ๆ ที่สามารถช่วยเตือนผู้ขับขี่ให้ลดความเร็วก่อนถึงทางตัดผ่านควรพิจารณาให้ใช้ที่บริเวณทางตัดผ่านนี้ เครื่องหมายและอุปกรณ์ควบคุมที่ควรทำการติดตั้งสำหรับกรณีเช่นนี้ เช่น รัมเบิ้ลสตริป และป้ายบังคับความเร็วที่ระยะต่าง ๆ

รูปที่ 5-32 แสดงตำแหน่งและลักษณะของเครื่องหมายจราจรที่แนะนำเมื่อมีการปรับปรุงบริเวณทางตัดผ่านเครื่องหมายจราจรและอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ที่แนะนำให้ทำการติดตั้ง เมื่อมีการปรับปรุงทางตัดผ่านดังแสดงในตารางที่ 5-3



รูปที่ 5-32 เครื่องหมายจราจรที่แนะนำให้ทำการติดตั้งบริเวณทางตัดผ่าน

ตารางที่ 5-3 สรุปเครื่องหมายจราจรและอุปกรณ์ควบคุมที่แนะนำให้ทำการติดตั้งเมื่อมีการปรับปรุงบริเวณทางตัดผ่าน

ชื่อป้าย	หมายเลขป้าย*	ลักษณะการติดตั้งที่แนะนำ	ประเภทของทางตัดผ่าน	
			เครื่องหมายจราจร	คานกั้นอัตโนมัติ
ป้ายเตือนที่จุดตัดทางรถไฟ (Higway-Rail Grade Warning Signs)				
ป้ายกากบาท	-	ติดตั้งกับอุปกรณ์ตอบสนองชนิดสัญญาณไฟวาบ (ดูการติดตั้งเสาสัญญาณไฟวาบ)	x	x
สัญญาณเตือนรถไฟ	-	ติดตั้งกับอุปกรณ์ตอบสนองชนิดสัญญาณไฟวาบ (ดูการติดตั้งเสาสัญญาณไฟวาบ)	x	x
ป้ายบังคับ				
ป้ายหยุด	บ.1	ห่างจากขอบทางอย่างน้อย 1.20 เมตร แต่ไม่เกิน 10 เมตร และห่างจากสันรางรถไฟเป็นระยะอย่างน้อย 5 เมตร		x
ป้ายจำกัดความเร็ว	บ.32	ติดตั้งป้ายความเร็วที่ 30 กม./ชม. ก่อนถึงป้ายหยุดเป็นระยะ 100 เมตร และป้ายความเร็วที่ 45, 60 และ 75 กม./ชม. โดยมีระยะห่าง 100, 125 และ 125 เมตร ตามลำดับ	x	x
ป้ายเตือน (Warning Signs)				
ป้ายเตือนทางข้ามรถไฟมีเครื่องกั้นทาง	ต.29	ที่ระยะ 150 เมตร และ 600 เมตร จากสันรางรถไฟ		x
ป้ายเตือนทางข้ามรถไฟมีเครื่องกั้นทาง	ต.28	ที่ระยะ 150 เมตร และ 600 เมตร จากสันรางรถไฟ	x	
เครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง (Pavement Markings)				
เส้นแนวหยุด	พบ.11	ที่ตำแหน่งของป้ายหยุด ห่างจากขอบผิวจราจรไม่น้อยกว่า 1 เมตร และไม่เกิน 10 เมตร	x	x
เส้นทะแยงห้ามขวางทางแยก	พบ.15	ใช้ติดตั้งบริเวณทางแยกใกล้ทางตัดผ่านที่มีปัญหาการติดขัดย้อนกลับจากทางรถที่หยุดรอที่ทางตัดผ่าน	x	x

หมายเหตุ : ** หมายเลขป้ายสามารถใช้อ้างอิงกับคู่มือและมาตรฐานเครื่องหมายจราจรของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม*

ตารางที่ 5-3 สรุปเครื่องหมายจราจรและอุปกรณ์ควบคุมที่แนะนำให้ทำการติดตั้งเมื่อมีการปรับปรุงบริเวณทางตัดผ่าน (ต่อ)

ชื่อป้าย	หมายเลขป้าย*	ลักษณะการติดตั้งที่แนะนำ	ประเภทของทางตัดผ่าน	
			เครื่องหมายจราจร	คานกั้นอัตโนมัติ
เส้นชะลอความเร็ว	-	จัดเป็น 3 กลุ่ม ระยะห่างระหว่างกลุ่ม 28 เมตร ในหนึ่งกลุ่มมี 8 เส้น กว้าง 0.10 เมตร ระยะแรกจะติดตั้งที่ตำแหน่งก่อนบริเวณทางตัดผ่านทางรถไฟประมาณ 60-100 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างเส้น 0.5 ระยะที่สองจะติดตั้งห่างจากรัมเบิ้ลสตริปกลุ่มสุดท้ายของระยะแรกประมาณ 60-100 เมตร เว้นระยะห่างระหว่าง 0.75	x	x
เส้นแบ่งทิศทางจราจรห้ามแซงเฉพาะด้าน	พบ.4	เส้นแบ่งทิศทางจราจรห้ามแซงนี้จะเริ่มต้นที่ตำแหน่งของสันรางรถไฟ ตารางที่ 4-6 ความกว้างของเส้น ตารางที่ 4-7 ของเส้น	x	x
เส้นทางรถไฟผ่าน	พต.7	ทางนอกเมืองความเร็วส่วนมาก 90 กม./ชม. ให้เครื่องหมายฯ อยู่ก่อนถึงทางรถไฟอย่างน้อย 140 เมตร ทางในเมืองความเร็วส่วนมาก 60 กม/ชม. ให้เครื่องหมายฯ อยู่ก่อนทางรถไปอย่างหน้อย 60 เมตร	x	
เครื่องหมายจราจรแบบตอบสนองชนิดมาตรฐาน (Standard Active Devices)				
เครื่องกั้นชนิดคาน	-	4 เมตร จากสันรางรถไฟ		x
สัญญาณเตือนรถไฟ	-	5.5 เมตร จากสันรางรถไฟ สำหรับทางตัดผ่านประเภท ก.0-3 และ 4 เมตร สำหรับเครื่องกั้นประเภท ข.2		x
สัญญาณเตือนระวังรถไฟเครื่องกั้นถนนขัดข้อง	-	10 เมตร สำหรับเครื่องกั้นประเภท ข.1 และ 8.5 เมตร สำหรับเครื่องกั้นประเภท ข.2		x
อุปกรณ์เสริมอื่น ๆ (Supplemental Devices)				
รั้วกันชนเครื่องกั้นถนน	-	ติดตั้งที่บริเวณเครื่องกั้นทางรถไฟ ครอบคลุมเครื่องกั้นและเสาสัญญาณไฟวาบ โดยห่างจากขอบถนน 1-1.5 เมตร เก็บปลายรั้วให้ห่างจากขอบถนนเป็นระยะ 2-2.5 เมตร	x	x

หมายเหตุ : ** หมายเลขป้ายสามารถใช้อ้างอิงกับคู่มือและมาตรฐานเครื่องหมายจราจรของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม*

อภิธานศัพท์

ระบบการขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transportation System)

ระบบการขนส่งอัจฉริยะ หรือระบบ ITS เป็นการนำเอาเทคโนโลยีด้านข้อมูลการติดต่อสื่อสารและคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของระบบการจราจร การคมนาคมขนส่งในด้านต่าง ๆ

ระยะมองเห็นปลอดภัย

ระยะมองเห็นที่ผู้ขับขี่สามารถมองเห็นสิ่งกีดขวางได้โดยปราศจากอุปสรรค หรือสิ่งบดบังสายตาใด ๆ และทำการหยุดหรือชะลอความเร็วของยานพาหนะได้โดยปลอดภัย

พื้นที่สามเหลี่ยมปลอดภัย

พื้นที่สามเหลี่ยมที่ได้จากการคำนวณจากระยะมองเห็นปลอดภัยทั้งของผู้ขับขี่รถไฟ และรถยนต์หรือยานพาหนะที่เคลื่อนที่เข้าสู่ทางตัดผ่านทางรถไฟ

พื้นที่เตือนอันตราย (Sight Distance Ahead Zone)

พื้นที่ในระยะที่เป็นพื้นที่เริ่มต้นก่อนผู้ขับขี่จะเคลื่อนที่เข้าสู่เขตของทางตัดผ่านทางรถไฟ

พื้นที่ตัดสินใจ (Sight Triangle Zone)

พื้นที่ในระยะที่ผู้ขับขี่จะเข้าสู่สภาวะที่ต้องตัดสินใจที่จะหยุด หรือเดินทางข้ามทางรถไฟต่อไปอย่างปลอดภัย

พื้นที่อันตราย (Sight Distance on Track)

พื้นที่ในระยะที่ผู้ขับขี่จำต้องมองเห็นทางรถไฟทั้งสองข้างอย่างชัดเจน เพื่อให้สามารถมองเห็นรถไฟที่เคลื่อนที่เข้ามาในความเร็วต่าง ๆ ได้ระยะมองเห็นปลอดภัยที่พื้นที่นี้ควรมีความเหมาะสมเพียงพอที่จะช่วยให้รถที่จอดสนิทข้ามทางตัดผ่านนี้ไปได้อย่างปลอดภัย

ความชันของทาง (Gradation)

ความลาดชันของแนวถนน

บรรณานุกรม

1. Guidance on Traffic Control Devices at Highway-Rail Grade Crossings, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, สหรัฐอเมริกา, 2002
2. Manual on Uniform Traffic Control Devices (Millennium Edition) part 2 Signs, Part8 Traffic Controls for Highway-Rail Grade Crossings, US. Department of Transportation, Federal Highway Administration ATSSA/ITE/AASSHTO, 2001
3. Traffic Control Devices Handbook, James L.Pline, Institute of Transport Engineers, 2001
4. Traffic Engineering Handbook Fifth Edition, James L.Pline, Institute of Transport Engineers , 1999Prentice-Hall Inc.
5. Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO, 2001
6. Manual of Uniform Traffic Control Devices part 7 Railway Crossings, Standards Australia, 1990
7. Guide to Traffic Engineering Practice part 4 Treatment of Crash Locations, Austroads, 2003, PIRION Pty Ltd, Canberra
8. วิธีการกำหนดและประเมินผลการปรับปรุงแก้ไขจุดอันตราย, SWEROAD AEC TC, กระทรวงคมนาคม, 2001
9. ตัวอย่างการตรวจสอบความปลอดภัยเบื้องต้นของถนน, SWEROAD AEC TC, กระทรวงคมนาคม, 2001
10. แนวทางการปรับปรุงจุดอันตรายบนถนนและทางหลวง, SWEROAD AEC TC, กระทรวงคมนาคม, 2001
11. คู่มือการวิเคราะห์และการใช้ประโยชน์จากข้อมูลอุบัติเหตุ, SWEROAD AEC TC, กระทรวงคมนาคม, 2001
12. คู่มือการใช้ระบบฐานข้อมูล, SWEROAD AEC TC, กระทรวงคมนาคม, 2001
13. แนวทางการดำเนินงานความปลอดภัยทางถนนในระดับจังหวัด, SWEROAD AEC TC, กระทรวงคมนาคม, 2001
14. คู่มือการตรวจสอบความปลอดภัยของถนน, SWEROAD AEC TC, กระทรวงคมนาคม, 2001
15. หลักเกณฑ์การพิจารณาลดทางตัดผ่านและอนุญาตเฉพาะรายระหว่างทางรถไฟกับทางรถยนต์, การรถไฟแห่งประเทศไทย, 2542
16. คู่มือบำรุงทาง (Track Maintenance Manual), การรถไฟแห่งประเทศไทย, 2538
17. รายงานการศึกษาวิเคราะห์บริเวณอันตรายที่มิใช่ทางแยก (Hazardous Non-Intersection Study), สำนักอำนวยความปลอดภัย, กรมทางหลวง, 2546
18. Road environment Safety, Gordon Lee, Transport Technology Division, Queensland Department of Main Roads

19. คู่มือและมาตรฐานเครื่องหมายจราจร, มจธ. ทรานส์คอนซัลท์, สนข., 2547
20. Design Guideline for At-Grade Intersections Near Highway Railroad Grade Crossings, M.D. Wooldridge, D.B. Fambro, M.A.Brewer, S.R.Engelbrecht, H.Cho, Texas Department of Transportation, 2000
21. Railroad-Highway Grade Crossing Handbook, B.H. Tustin, H. Richards, H. McGee, and R. Patternson, U.S.Department of Transportation, Federal Highway Administration, 1986