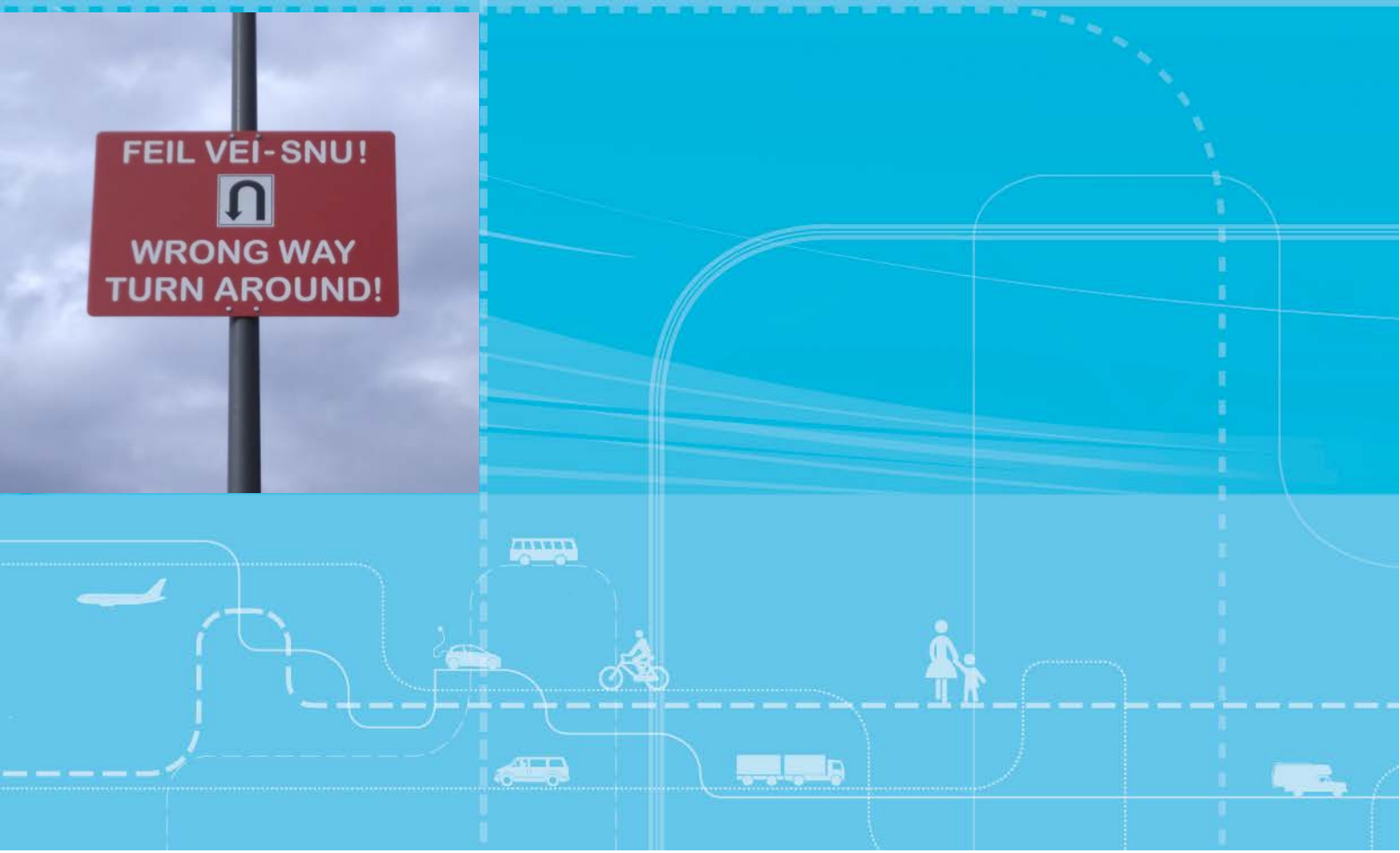


# Spøgelsesbilisme

Litteraturstudie om tiltag og effekter





# Spøgelsesbilisme

## Litteraturstudie om tiltag og effekter

Michael W. J. Sørensen

Forsidebillede: Michael W.J. Sørensen

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder åndsverklovens bestemmelser.

**Tittel:** Spøgelsesbilisme – Litteraturstudie om tiltag og effekter

**Forfatter:** Michael W. J. Sørensen

**Dato:** 12.2016

**TØI-rapport:** 1532/2016

**Sider:** 72

**ISBN elektronisk:** 978-82-480-1785-1

**ISSN:** 0808-1190

**Finansieringskilde:** Vejdirektoratet, Danmark

**Title:** Wrong-way driving - Literature study about measures and effects

**Author:** Michael W. J. Sørensen

**Date:** 12.2016

**TØI Report:** 1532/2016

**Pages:** 72

**ISBN Electronic:** 978-82-480-1785-1

**ISSN:** 0808-1190

**Financed by:** The Danish Road Directorate

**Prosjekt:** 4375 – Litteraturstudie angående spøgelsesbilisme

**Prosjektleder:** Michael W. J. Sørensen

**Kvalitetsansvarlig:** Alena Høye

**Fagfelt:** 21 – Sikkerhet og Tiltag

**Emneord:** Trafiksikkerhet  
Spøgelsesbilist  
Kørsel mod køreretning  
Effektstudier

**Project:** 4375 – Literature study regarding ghost drivers

**Project Manager:** Michael W. J. Sørensen

**Quality Manager:** Alena Høye

**Research Area:** 21 - Safety and Crash Countermeasures

**Keywords:** Road safety  
Ghost drivers  
Wrong-way driving  
Effect study

#### **Sammendrag:**

Spøgelsesbilisme betyder at køre imod køreretningen typisk på en motorvej. Ulykker med spøgelsesbilister er sjældne, men ofte alvorlige. I denne rapport er der foretaget et litteraturstudie af over 100 kilder fra 13 lande om tiltag mod spøgelsesbilisme. Studiet fokuserer på vejtiltag. Disse kan inddeles i valg af rampetype, fysiske ændringer, statisk skiltning/afmærkning, dynamisk skiltning/afmærkning samt drift og vedligeholdelse. Det ser ud til, at mange tiltag sandsynligvis kan bidrage til at reducere omfang af spøgelsesbilisme og dermed også ulykker med spøgelsesbilister, men det er vanskeligt at talfæste størrelsen af disse effekter. Særlig god effekt kan opnås med geometriske ændringer, samlede vejtiltalspakker, kombination af vej- og andre tiltag samt målrettet tiltag tilpasset aktuelle lokaliteter. Tiltagene varierer fra billige skilt- og afmærkningstiltag til dyre geometriske ændringer og ITS-tiltag til meget dyre totalombygninger. Som følge af få og tilfældige ulykker på konkrete lokaliteter vil omfattende tiltag mod spøgelsesbilisme sjældent være lønsomme i sammenligning med andre type tiltag.

#### **Summary:**

Wrong-way driving (WWD) is the act of driving a motor vehicle against the direction of traffic on a freeway/divided highway. WWD accidents are rare but often severe. This report is about WWD measures focusing on road measures, and is based on a literature survey of over 100 publications from 13 countries. Many measures are likely to contribute to reduce WWD, but it difficult to quantify the size of these effects. Geometric changes, packages with several road measures, combination of road- and other measures and measures adapted for the specific location seem to have a particularly good effect. Measures against WWD include inexpensive road signs and markings, more expensive ITS measures and geometrical changes and very expensive reconstruction. Because of few and random WWD accidents, measures at individual sites will rarely be cost effective in comparison to other type of road safety initiatives.

**Language of report:** Dansk

*Transportøkonomisk Institutt  
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo  
Telefon 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)*

*Institute of Transport Economics  
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway  
Telefon 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)*

# Forord

Spøgelsesbilisme betyder at køre imod køreretningen. Begrebet benyttes typisk i forbindelse med en bilist, som utilsigtet kører imod køreretningen på en motorvej. Ulykker med spøgelsesbilister er relativ sjældne, men når de sker, får de ofte meget alvorlig konsekvenser.

Vejdirektoratet i Danmark har siden starten af 2000'erne, og især de sidste 6-7 år, haft stor fokus på problemstillingen og afprøvet og implementeret mange forskellige tiltag.

Vejdirektoratet har nu et igangværende evalueringsprojekt af tiltaget ”3D STOP”, som består af 3D-afmærkninger på ramper med teksten ”Stop”, som bliver synlig på kørebanen, når en bilist kører i den forkerte retning på en motorvejsrampe. Projektet er et toårigt projekt, som skal afsluttes i 2017.

I forbindelse med denne evaluering har Vejdirektoratet ønsket at få gennemført et supplerende litteraturstudie af udenlandske anbefalinger, erfaringer og effektstudier af tiltag rettet imod spøgelsesbilisme. Transportøkonomisk institutt (TØI) har fået opdraget med at foretage dette litteraturstudie. Nærværende rapport dokumenterer fundene fra dette litteraturstudie.

Civilingeniør Rene Juhl Hollen har været kontaktperson og projektleder hos Vejdirektoratet.

Afdelingsleder Michael W. J. Sørensen har vært projektleder ved TØI, og skrevet denne rapport. Forskningsleder Alena Høye har været ansvarlig for intern kvalitetssikring af rapporten, og sekretær Trude Rømming har klargjort rapporten for publicering.

Oslo, december 2016

Transportøkonomisk institutt

*Gunnar Lindberg*  
*Direktør*

*Alena Høye*  
*Forskningsleder*



# Indhold

## Sammendrag

<b>1</b>	<b>Indledning</b> .....	<b>1</b>
1.1	Baggrund.....	1
1.2	Formål og afgrænsning.....	2
1.3	Metode.....	2
1.4	Rapportopbygning.....	4
<b>2</b>	<b>Hvad er spøgelsesbilisme?</b> .....	<b>5</b>
2.1	Betegnelsen.....	5
2.2	Omfang af spøgelsesbilisme.....	5
2.3	Ulykker med spøgelsesbilister.....	6
2.4	Hvordan, hvorfor og hvor opstår spøgelsesbilisme?.....	9
<b>3</b>	<b>Tiltag i 13 udvalgte lande</b> .....	<b>12</b>
3.1	Vejtiltag i Danmark.....	12
3.2	Vejtiltag i Norge.....	14
3.3	Vejtiltag i Sverige.....	19
3.4	Vejtiltag i Holland.....	20
3.5	Vejtiltag i Østrig.....	21
3.6	Vejtiltag i Tyskland.....	21
3.7	Tiltag i Frankrig.....	22
3.8	Vejtiltag i Slovenien.....	23
3.9	Tiltag i USA.....	24
3.10	Vejtiltag i Canada.....	36
3.11	Vejtiltag i Australien.....	36
3.12	Vejtiltag i New Zealand.....	37
3.13	Vejtiltag i Japan.....	39
3.14	Sammenfatning.....	39
<b>4</b>	<b>Effekter og erfaringer</b> .....	<b>45</b>
4.1	Trafiksikkerhed.....	45
4.2	Andre effekter.....	51
4.3	Omkostninger og lønsomhed.....	51
4.4	Sammenfatning.....	53
<b>5</b>	<b>Konklusion og diskussion</b> .....	<b>58</b>
5.1	Benyttede og anbefalede tiltag.....	58
5.2	Effekter og erfaringer.....	60
5.3	Overførbarhed af effekter og erfaringer til Danmark.....	61
<b>6</b>	<b>Referencer</b> .....	<b>63</b>
	<b>Appendiks 1. Skilte- og afmærkningsplaner</b> .....	<b>71</b>





## Sammendrag

# Spøgelsesbilisme – Litteraturstudie om tiltag og effekter

TOI rapport 1532/2016  
Forfatter: Michael W. J. Sørensen  
Oslo 2016, 72 sider, dansk

*Spøgelsesbilisme betyder at køre imod køreretningen, typisk på en motorvej. Der findes mange tiltag mod spøgelsesbilisme, og det ser ud til at de fleste af disse kan bidrage til at reducere omfang af spøgelsesbilisme og dermed også ulykker med spøgelsesbilister. Det er dog vanskeligt at talfæste størrelsen af disse effekter særlig præcist. Større geometriske ændringer har potentiale til at fjerne spøgelsesbilisme helt, mens samlede tiltagspakker og generelt forbedret/supplerende skiltning og afmærkning kan fjerne op til 60-100 % af spøgelsesbilismen. Enkelt tiltag har generelt lidt lavere effekt, og for disse tiltag kan der være stor variation i effekter, næsten varierende fra 0-100 %. Som følge af få og tilfældige ulykker på konkrete lokaliteter vil tiltagene imidlertid sjældent være lønsomme i sammenligning med andre trafiksikkerhedsinitiativer.*

## Få, men alvorlige ulykker

De seneste 10 år er der hvert år indmeldt 100-200 spøgelsesbilister til Vejdirektoratets Trafikcenter i Danmark. Tallet var stigende fra 2000 til 2010, og har derefter været faldende igen. I 2015 var der således 103 indmeldinger. Disse tal dækker sandsynligvis over en ikke uvæsentlig underrapportering, samtidig med at rapporteringsgraden kan være varierende. Politiet pågriber årligt bare 10-20 spøgelsesbilister eller 10-30 % af de indmeldte bilister.

Ulykker med spøgelsesbilister er heldigvis sjældne, og det er bare en meget lille andel af de registrerede hændelser med spøgelsesbilister, som medfører ulykke. Men når de endelig sker, bliver de ofte alvorlige. Dette bekræftes af flere udenlandske studier.

I 2016 blev fire personer dræbt i ulykker med spøgelsesbilister i Danmark, men i de seneste år har der i gennemsnit bare været 1-2 personskader pr. år som følge af spøgelsesbilister. I perioden 1999-2009 var der ca. fire personskader og én dræbt pr. år.

Spøgelsesbilisme på motorvej (og andre større veje) kan bl.a. opstå som følge af:

- Man kører ned på motorvejen ad en frakørselsrampe eller ind på motorvejen fra en rastepads ad frakørselsrampe.
- Man vender på motorvejen og kører mod kørselsretningen.
- Man bakker tilbage til forrige frakørsel evt. i nødsporet.
- Man kører på forkert side af et autoværn som begynder på en strækning mellem kryds.
- Man vælger forkert kørefelt på en vej med reversibel kørefelt.

Det kan være flere forklaringer på, at bilister kører mod køreretningen, og nogle af de vigtigste faktorer er:

- Det er ofte bilførere, som har svækket evne til at køre som følge af alkohol-, stoffer- og/eller medicinpåvirkning, sygdom (som demens) eller stress.
- Især ældre, men også yngre/uerfarne trafikanter er overrepræsenteret.
- Mænd har højere risiko end kvinder.
- Næsten alle spøgelsesbilister kører personbil og ældre biler er overrepræsenteret.
- Det kan være dårlige oversigtsforhold som følge af mørke, tåge, regn og sne.
- Vejanlæg, dvs. vejudformning og regulering (skiltning og vejafmærkning) kan være forvirrende, misvisende, mangelfuld eller have dårlige oversigtsforhold.

## Mange forskellige tiltag mod spøgelsesbilisme

Formålet med dette studie har været at give en oversigt over anbefalede og benyttede tiltag mod spøgelsesbilisme i andre land samt erfaringer med disse og gennemførte effektstudier. Studiet omfatter et litteraturstudie på over 100 publikationer fra de seneste ca. 15 år fra følgende 13 lande: Danmark, Norge, Sverige, Holland, Østrig, Tyskland, Frankrig, Slovenien, USA, Canada, Australia, New Zealand og Japan. Omkring halvdelen af publikationerne kommer fra USA, som har haft særlig stor fokus på spøgelsesbilisme de seneste år.

Gennemgangen viser, at der anbefales og benyttes mange forskellige tiltag indenfor følgende fem tiltagsgrupper:

- a. Registrering, udpegning og analyse.
- b. Vejtiltag.
- c. Trafikanttiltag.
- d. Køretøjtiltag.
- e. Beredskab og redningstjeneste.

Denne rapport fokuserer især på vejtiltag (gruppe b). Registrering, udpegning og analyse (gruppe a) er også særdeles relevant for vejmyndighederne, idet dette er en forudsætning for at kunne vurdere, om der i det hele taget skal implementeres tiltag, hvilke type tiltag som skal implementeres og hvor de skal implementeres. Tabel S1 sammenfatter tiltag i denne tiltagsgruppe.

Tabel S1. Registrering, udpegning og analysetiltag.

Registrering	Udpegning	Analyse
<ul style="list-style-type: none"><li>• Monitorering af spøgelsesbilister</li><li>• Registrering af ulykke</li><li>• Crowdsourcing (Indrapportering fra trafikanter m.fl. om problemer)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ulykkesbaseret udpegning</li><li>• Udvidet / omfangsbaseret udpegning</li><li>• Model / ikke ulykkesbaseret udpegning</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Trafiksikkerhedsrevision og inspektion</li><li>• Ulykkesanalyse</li><li>• Generelle ulykkesanalyser</li></ul>

Anbefalede og benyttede vejtiltag kan inddeles i følgende fem grupper:

1. Valg af rampe/krydstype.
2. Geometriske/fysiske ændringer, inklusiv belysning.
3. Traditionel/statisk/fast skiltning og afmærkning, inklusiv signalregulering.
4. Innovativ/dynamisk/variabel skiltning og afmærkning (ITS-tiltag).
5. Drift og vedligeholdelse.

Angående gruppe 1, så viser mange generelle ulykkesanalyser, at nogle rampekryds er mere udsatte for ulykker med spøgelsesbilister end andre. Denne information er noget, man kan inkludere ved valg og dimensionering af nye vej- og rampeanlæg, men det vil ofte være for dyrt at ændre et eksisterende anlæg til en anden type. Mindre geometriske ændringer samt forskellige statiske og dynamiske skilte og afmærkningstiltag kan derimod være aktuelle. Tabel S2 angiver tiltag under gruppe 2, 3 og 4.

Dynamisk/variabel skiltning og afmærkning forudsætter detektering af spøgelsesbilister. Dette kan gøre via forskellige systemer som:

- Videokamera (som også kan bruges til analyse af hændelsen)
- Doppler radar
- Mikrobølge radar
- Ultralyd radar
- Infrarød radar
- Fotoelektrisk radar
- Termiske sensorer
- Magnetiske/induktive loop sensorer

Tabel S2. Geometriske ændringer samt forskellige statiske skilte og afmærkningstiltag.

Tiltagsgruppe	Tiltag
Geometriske ændringer (gruppe 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fysisk separering af til- og frakørselsramper</li> <li>• Lettere tilkørsel til tilkørselsramper (åbning og vinkel)</li> <li>• Ændret kurveudformning i kryds</li> <li>• Gøre forkert sving fra skærende vej til farkørselsrampe vanskeligere</li> <li>• Forbedring af oversigtsforhold</li> <li>• Tydeliggøre at det er en ensrettet vej</li> <li>• Vejbelysning/forbedret vejbelysning på problemlokaliteter</li> <li>• Vejpiggeanlæg og bomme</li> </ul>
Traditionel skiltning (gruppe 3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flere af de samme skilte (spøgelssport)</li> <li>• Flere forskellige skilte (rød skilteskov) inklusiv "Den østrigske hånd"</li> <li>• Tydelige skilte; farve, baggrundsmarkering og højreflekterende</li> <li>• Tredimensionelt skilt</li> <li>• Rød reflekterende tape</li> <li>• Skilte med både symboler og tekst, og tekst på forskellige sprog</li> <li>• Pildiagramskilte, som giver bedre vejledning</li> <li>• Rigtig "intuitiv" udformning af vejvisningsskilte</li> <li>• Skilte i overstørrelse</li> <li>• Lavere placerede skilte</li> <li>• Overhængte skilte</li> <li>• Ændret placering og drejning på skilte</li> <li>• Flere skilte på tilkørselsrampe, som tydeliggør at dette er en tilkørselsrampe</li> <li>• Skilt med påbudt køreretning</li> <li>• Skilt, som viser, at det er venstrekørsel (i lande som har dette)</li> <li>• Skilte med højre- og venstresvingsforbud på den skærende vej</li> <li>• Røde kantstolper eller kantstolper med rød LED lys</li> <li>• Brug af skiltet, som viser et køretøj, som kører mod den tilsigtede køreretning (dynamisk)</li> <li>• Skiltning af vejpiggeanlæg</li> <li>• Brug af grønne pile i signaregulering</li> <li>• Supplere statiske skilte med blinkende rødt lys (stopblinksignal)</li> <li>• Supplere statiske skilte med varsel via lyd/sirener</li> <li>• Samlede skilte- og afmærkningsplaner og -pakker</li> </ul>
Traditionel afmærkning (gruppe 3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• afmærkning af pile på rampen, evt. i overstørrelse og andre farver</li> <li>• Gul midtfaemærkning, dvs. på venstre side på motorveje og ramper</li> <li>• Tredimensionel afmærkning</li> <li>• Afmærkning af pile med tilladt højre- og venstresving på den skærende vej</li> <li>• Gennemført stoplinje på frakørselsrampe</li> <li>• Forsættelse af midt- og sidelinjen delvis gennem krydset på den skærende vej</li> <li>• Udvidelse af spærreflade ved rampens tilslutning til skærende vej</li> <li>• Opmærket linjer, som guider trafikanterne til at foretage rigtigt sving fra skærende vej</li> <li>• Særlig reflekterende afmærkning/materiale</li> <li>• Ophøjede, røde kørebanereflektorer og lys, som lyser rødt når man kører i forkert retning</li> </ul>
Innovativ skiltning (gruppe 4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitale/dynamiske/variable teksttavler med forskellig tekst/symboler</li> <li>• Rødblinkende lys over eller under skilt placeret over/eller ved siden af vejen</li> <li>• Advarsel kan gives til spøgelssbilist og/eller andre trafikanter</li> </ul>
Innovativ afmærkning (gruppe 4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rødt lys/løbelys i vejbanen</li> </ul>

Inspektion viser, at eksisterende skilte og afmærkning ofte er misvedligeholdte og dermed mindre tydelige/synlige, hvilket især gælder i mørke. Disse skilte og afmærkning mister hermed sin i udgangspunktet potentielle gode effekt. Løbende/ forbedret drift (gruppe 5) og vedligeholdelse angives derfor flere steder som et vigtigt tiltag.

## Mange, men metodesvage effektstudier

Der er fundet ca. 35 kilder, som i større eller mindre grad har undersøgt, vurderet eller drøftet, hvordan forskellige tiltag mod spøgelsesbilister påvirker eller tænkes at kunne påvirke omfang af spøgelsesbilisme og antal ulykker, eller som har undersøgt eller vurderet driften af forskellige typer især ITS-tiltag.

På trods af at der er fundet mange kilder, er der bare fundet relativ få nyere studier, som empirisk har undersøgt effekterne på ulykker. Dette skyldes hovedsagligt, at ulykker med spøgelsesbilister er så sjældne, at en potentiel effekt er vanskelig at måle og talfæste. Det er derimod ”nemmere” at måle antal potentielle spøgelsesbilister, som bliver ”stoppet” af tiltaget f.eks. på frakørselsrampen, og bruge dette som et indirekte mål på effekten. Det findes imidlertid også bare få studier, som har undersøgt og kvantificeret denne effekt.

Mange kilde skriver, at de selv eller andre har fundet en positiv effekt af de aktuelle tiltag, men hvordan dette er undersøgt eller vurderet er ikke beskrevet og størrelserne på effekter er heller ikke beskrevet. Der er bare fundet få kilder, som beskriver, at tiltagene har haft en direkte dårlig effekt på omfanget af spøgelsesbilisme eller antal ulykker, men flere kilder beskriver en række andre udfordringer især relateret til drift og omkostninger.

Som det fremgår af gennemgangen af tiltag findes der mange forskellige varianter af tiltag, som samtidig implementeres på flere forskellige type vejanlæg i form af forskellige rampeanlæg, kryds og skærende veje. Det betyder, at der bare findes få studier for hver tiltagsvariant, og det er derfor vanskeligt at konkludere noget for hver enkelt tiltagsvariant.

Det er også sjældent, at enkelte typer tiltag implementeres. Indsatsen består derimod typisk af forskellige tiltagspakker bestående af flere tiltag. Dette gør det vanskeligt at isolere effekten af de enkelte tiltag. Det er også vanskeligt at vurdere effekten af samlede tiltagspakke, da der ofte ikke er tale om ensartede pakker, men derimod mange forskellige kombinationer af tiltag, som inkluderes i pakkerne.

Generelt er der lidt information om undersøgelsesdesign, og det er tvivlsomt, om studierne har kontrolleret for forskellige forstyrrende faktorer som regressionseffekt, generel ulykkesudvikling, trafikvækst og ulykkesmigration.

## Sandsynligvis positiv effekt på trafiksikkerhed

Med udgangspunkt i de fundne kilder ser det umiddelbart ud til, at flere tiltag sandsynligvis kan have en positiv effekt, dvs. være med til at reducere omfang af spøgelsesbilisme og dermed også antal ulykker med spøgelsesbilister. Det er dog, som skrevet, sjældent muligt at talfæste størrelserne af disse effekter eller angive en særlig præcis størrelse af disse.

Generelt ser det ud til, at man kan forvente de bedste effekter af:

- Tiltagspakker med vejtiltag. Generelt bør vejudformningen gøres så konsistent og selvforklarende som mulig.
- Kombination af vej- og andre tiltag som uddannelse og kontrol.
- Målrettet tiltag tilpasset aktuelle lokaliteter.

Rene skilte- eller afmærkningstiltag kan ikke forventes at have stor effekt, hvis den fysiske vejudformning er meget misvisende.

Flest kilder har vurderet/undersøgt effekten på omfanget af spøgelsesbilisme, mens færre har vurderet/undersøgt effekten på antal ulykker:

- Geometriske ændringer har potentiale til at fjerne spøgelsesbilisme helt.
- Samlede tiltagspakker og generelt forbedret/supplerende skiltning kan fjerne op til 60-100 % af spøgelsesbilismen.
- Enkelte tiltag har generelt lidt lavere effekt, og for disse tiltag kan der være stor variation i effekter, næsten varierende fra 0-100 %.

Afhængig af tiltag ser det ud til, at antal ulykker med spøgelsesbilister kan reduceres tilsvarende med 15-100 %. Den største effekt opnås af de mest omfattende tiltag/tiltagspakker. Disse estimater er dog meget usikre og der er, som beskrevet, ikke taget hensyn til forstyrrende faktorer i evalueringerne.

Tiltagene har som primært formål at forbedre trafikikkerheden. Tiltagene har da sandsynligvis heller ingen eller meget begrænset effekt på miljø og klima, men kan tænkes at have positiv, men lille effekt på fremkommelighed.

### **Erfaringen med ITS-vejtiltag er blevet bedre med årene**

Der har i mange år, især de seneste 10-15 år været meget fokus på om og hvordan forskellige ITS-vejtiltag kan bruges for at minimere problemet med spøgelsesbilisme. En nødvendig forudsætning for velfungerende ITS-vejtiltag er, at der foretages en god og rigtig detektering af potentielle spøgelsesbilister. Dette har tidligere været en udfordring, men undersøgelser fra de seneste år viser, at man nu har teknologien til at foretage troværdige og pålidelige detektering af spøgelsesbilister. Tidligere erfaringer er også at sådanne systemer er vanskelige og dyre at drifte. Det er usikkert om dette stadigvæk er tilfældet.

### **Stor variation i omkostninger**

Tiltagene varierer fra billige skilte- og afmærkningstiltag (typisk 10.000-30.000 DKK) til mellemde/dyre geometriske detailændringer (50.000-100.000 DKK) til dyre ITS-tiltag (100.000-200.000 DKK) til meget dyre totalombygninger af rampekryds (over 1 mio. DKK). Omkostningerne varierer også fra billige enkeltstående tiltag til dyrere tiltagspakker med flere tiltag.

Totalombygninger er så dyre, at de meget sjældent gennemføres. ITS-tiltag er billigere, men stadigvæk så dyre, at de typisk bare implementeres i udvalgte problemkryds. Skilte- og afmærkningstiltag samt mindre fysiske ændringer er derimod så billige, at det typisk er denne type tiltag, som bruges, samtidig med at tiltagene også kan bruges som ”mass action”, hvor man indfører tiltaget på alle/mange ramper.

### **Begrænset trafikikkerhed for pengene**

Som følge af usikre effektestimater og stor variation i omkostninger til anlæg og drift er det vanskeligt at lave meningsfulde cost-benefit analyser af tiltagene. Der sker imidlertid så få og tilfældige ulykker med spøgelsesbilister på konkrete lokaliteter, at tiltagene på konkrete lokaliteter sjældent vil være lønsomme i sammenligning med andre type tiltag. En alternativ strategi kan være at implementere billige tiltag på f.eks. alle motorvejsramper, som måske kan være en lønsom tilgang.

### **Mange fællestræk i tiltagsbrug**

Tiltagsbrug, erfaringer og effekter kan ikke nødvendigvis overføres direkte fra et land til et andet, idet landene kan være forskellige mht. vejanlæg, trafik, færdselsregler, trafikultur, geografi, topografi mm. I denne gennemgang har vi fokuseret på lande fra Norden og Europa samt USA, Canada, Australien, New Zealand og Japan. På den ene side er alle disse lande højindkomst og -trafikerede lande, og på den anden side er der en del forskelle mellem Danmark og især Japan, USA og Australien.

Selvom gennemgangen omfatter så mange lande og lande så langt fra hinanden ses det, at der er mange fællestræk i brug af tiltag og erfaringerne med disse. Det er f.eks. de samme typer skilte, samme form for supplerende skiltning, samme pålægmærkning, samme geometriske småjusteringer og samme overordnede principper for detektering og advarsel, som bruges i de forskellige lande.

Samtidig ses det, at Danmark bruger de samme tiltag som i de andre lande, og ud fra dette perspektiv bekræfter gennemgangen, at det på mange måder er de ”rigtige” tiltag, som bruges i Danmark, og der er således intet, som taler for, at de traditionelle tiltag som bruges nu, ikke bør bruges længere. Det som man måske kan lære af andre lande er at bruge især de billigere tiltag flere/alle steder (mass action).

### **Danmark som førende land i kampen mod spøgelsesbilisme**

Gennemgangen viser, at Danmark på mange måder er et af de førende lande indenfor området mht. fokus på området og at afprøve og evaluere nye tiltag. Danmark er f.eks. sandsynligvis det eneste af gennemgåede lande, som tester 3D-afmærkning i kørebanen og også et af de få lande, som har testet vejpiggeanlæg og løbelys. Det betyder, at der for Danmark egentlig ikke er så meget inspiration at hente fra andre lande.

Det der måske ikke har været så meget fokus på i Danmark er brug af ikke stedbundne vejtiltag som trafikant-, kontrol- og køretøjstiltag i kampen mod spøgelsesbilisme. Selvom trafikanterne (trafikanter som er svækket på forskellige måder) udgør den absolut største risikofaktor er effekterne af forskellige trafikanttiltag som uddannelse og information tvivlsom, men fordelene er, at de potentielt virker på mange typer ulykker, ikke bare ulykker med spøgelsesbiler. Køretøjstiltag som forskellige førerstøttesystemer har et stort potentiale, og på langt sigt vil f.eks. selvkørende biler, hvor man helt eliminerer problemet med svækkede førere, kunne reducere problemet med spøgelsesbilisme markant.

# 1 Indledning

## 1.1 Baggrund

Spøgelsesbilisme betyder at køre imod køreretningen. Begrebet benyttes typisk i forbindelse med en bilist, som utilsigtet kører imod køreretningen på en motorvej.

I USA blev spøgelsesbilisme set på som et betydeligt trafiksikkerhedsproblem allerede i 1960'erne, mens man begyndte at undersøge problemet i flere europæiske lande som Tyskland og Holland i 1980'erne.

Selvom man har haft fokus på spøgelsesbilisme i efterhånden mange år, er problemstillingen stadigvæk og måske endnu mere aktuel nu end tidligere i mange lande. Temaet har nu de seneste par år, 50 år efter de første amerikanske studier blev gennemført, nærmest fået en renæssance i USA. Der er således foretaget mange og omfattende studier i USA, og problemstillingen betragtes som lige så vigtig nu som for 50 år siden. Denne fornyede fokus kan bl.a. skyldes anlæg af flere motorveje, flere ældre bilister i trafikken, nye teknologiske løsninger til at registrere og løse problemet samt stor bevågenhed i medier.

I Danmark og i de andre nordiske lande har der siden starten af 2000'erne, og især fra ca. 2010 også været øgende interesse og fokus på problemstillingen (Sagberg, 2003a, 2003b; Larsen og Carstensen, 2011; Statens vegvesen, 2010).

I 2009 blev der i Danmark i forbindelse med aftale om ”Grøn transportpolitik” f.eks. afsat 10 mio. DKK til bekæmpelse af spøgelsesbilisme, og i 2010 vedtog regeringen sammen med en række forligspartier ”Forstærket indsats mod spøgelsesbilisme og bedre sikkerhed i overkørsler” (Regeringen m.fl., 2010). Dette omfattede endnu flere midler til tiltag, forsøg og evaluering af tiltag.

I tillæg til vejtekniske tiltag blev der også afsat midler til at foretage en undersøgelse af, hvorfor bilister bliver spøgelsesbilister. Denne undersøgelse blev afrapporteret i 2011 (Larsen og Carstensen, 2011).

Fra 2010 til 2015 har Vejdirektoratet i alt benyttet ca. 15 mio. DKK til indsatsen mod spøgelsesbilisme. Midlerne er bl.a. brugt til følgende tiltag (Vejdirektoratet, 2016b):

- Ombygninger af rampekryds, så det er lettere for bilisterne at vælge den rigtige rampe ved tilkørsel til motorvej.
- Skilte, der med en stor sort hånd på et gult skilt suppleret med teksten ”Stop” tydeligt signalerer til bilisten, at vedkommende kører i den forkerte retning.
- Løbelys i kørebanen og blinklys (spøgelsesblink), som begynder at blinke rødt, hvis en bilist kører i den forkerte retning.
- 3D-afmærkninger i kørebanen, hvor teksten ”Stop” bliver synlig på kørebanen, når en bilist kører i den forkerte retning (”3D STOP”).
- Forsøg med vejpigge, som punkterer bilernes dæk, hvis en bilist kører i forkert retning.

Vejdirektoratet har nu et igangværende evalueringsprojekt af tiltaget ”3D STOP”. Projektet er et toårigt projekt, som skal afsluttes i 2017. I denne forbindelse har Vejdirektoratet ønsket at få gennemført et supplerende litteraturstudie af udenlandske anbefalinger, erfaringer og effektstudier af tiltag rettet imod spøgelsesbilisme. Transportøkonomisk institutt har fået opgaven med at foretage dette litteraturstudie. Nærværende rapport dokumenterer fundene fra dette studie.

## 1.2 Formål og afgrænsning

Formålet med dette projekt har været at foretage et litteraturstudie angående tiltag rettet imod spøgelsesbilisme. Studiet har omfattet følgende fire dele:

- *Oversigt over tiltag* som findes og udbredelse af disse. Dette omfatter alle typer tiltag, både traditionelle vejudformnings-, skiltnings-, og afmærkningstiltag samt nye/”kreative” ITS/teknologiske tiltag.
- *Anbefalinger* i relevante håndbøger, manualer og normaler.
- *Effektstudier* beskrevet i forskningsrapporter og -artikler.
- *Erfaringer og drøftelser* beskrevet i anden såkaldt grå litteratur.

Studiet er baseret på tilgængelig skriftlig materiale, og der er således ikke foretaget interview eller andre former for dataindsamling.

Studiet fokuserer på tiltag på motorveje (og andre større veje), men tiltag på andre (mindre) veje er i enkelte tilfælde også inkluderet, hvis det er fundet relevant.

Studiet omhandler bare tiltag og effekterne af disse, og ikke omfang af problem, rapporteringsgrad, hvorfor spøgelsesbilisme forekommer samt karakteristik af ulykkerne med spøgelsesbiler. Der gives dog en kort introduktion til disse spørgsmål i kapitel 2.

Studiet fokuserer på tiltag, som vejmyndigheder kan indføre med særlig fokus på vejtiltag, men andre tiltag, som trafikanttiltag (som kampagner/information) og politikontrol, samt køretøjtiltag som navigationsanlæg og alkoholbeskrives også kort. Andre førerstøttesystemer og selvkørende biler, som kan tænkes at have en positiv effekt, er ikke inkluderet i denne gennemgang.

Tiltagene beskrives på et overordnet niveau, og der gives ikke en detaljeret beskrivelse af konkret udformning, som f.eks. detaljeret beskrivelse af skiltestørrelser, design og farver. For nye ITS/teknologiske tiltag findes der forskellige rapporter, artikler og internetsider, som giver detaljeret information om, hvordan f.eks. forskellige varianter af detekteringssystemer virker. Dette er ikke inkluderet i denne gennemgang.

Studiet fokuserer på nyere studier og tiltag fra efter ca. 2000, men hvis aktuel er ældre studier også inkluderet. Sagberg (2003a, 2003b) har foretaget et litteraturstudie af studier fra før 2003, og vi henviser til denne for en gennemgang af ældre studier.

## 1.3 Metode

### Litteratursøgning

Søgningen efter litteratur har omfattet en *fast* og en *variabel* del. Den *faste del* omfatter et systematisk søg på nogle på forhånd bestemte grupper af kilder, steder og søgeord:

- I udvalgte publikationsdatabaser.
- Hos vejmyndigheder, bl.a. Federal Highway Administration, som har en temaside om spøgelsesbilisme med en omfattende bibliografi (FHWA, 2016).
- Hos forskellige forskningsinstitutter.
- I TØIs eget bibliotek.
- I forskellige tidsskrifter og relevante konferenser.
- Via ResearchGate.
- Via Wikipedia (Wikipedia, 2016a, 2016b, 2016c).
- Som et åbent internetsøg på [www.google.com](http://www.google.com), inklusive nyhedsmedier.



Vi har foretaget søgning i følgende publikationsdatabaser:

- *ScienceDirect*: Fuldtekstdatabase fra Elsevier Publishers.
- *ISI - Web of science*: Tværvideenskabelig database.
- *TRIS/ITRD*: TRBs Transportation Research Information Services (TRIS) og OECDs International Transport Research Documentation (ITRD).
- *Ovid / Wolters Kluwer*: Transportdatabase fra OECD og TRB.
- *RITA*: Research and Innovative Technology Administration National Transport Library.
- *Springer Link*: Tværvideenskabelig fuldtekstdatabase fra Springer Link.
- *Taylor & Francis*: Tværvideenskabelig fuldtekstdatabase fra Taylor & Francis.

Følgende ord eller varianter af ord er benyttet i søgningen:

- Spøgelsesbilist, -bilisme, -trafikant (dansk).
- Spøkelsesbilist, -fører / kjøring mot kjøreretning (KMK), feilkjøring (norsk).
- Spökförare / Spökkörning / felkörning på motorvägar (svensk).
- Ghost drivers / Wrong way drivers/driving / WW drivers/driving (WWD) / off-ramp surveillance (engelsk/amerikansk/australsk).
- Geisterfahrer / Falschfahrer / Falschfahrten auf Autobahnen (tysk/østrigsk).
- Spookrijden (hollandsk).
- Mauvaise direction (fransk).

Kilder er downloadet i fuldtekst fra publikationsdatabaser, bestilt fra nationale eller internationale biblioteker eller fået ved forsøgelse via ResearchGate. Mange rapporter findes også i fuldtekst på internet.

Den *variable del* af litteratursøgningen består af at gennemgå litteratur fundet i den faste del for yderligere relevante kildehenvisninger, forfatternavn eller søgeord.

Litteraturgennemgangen er ikke begrænset til nogle specifikke lande, men har omfattet alle de artikler og rapporter, som kunne fremskaffes. Gennemgangen har primært omfattet kilder på nordisk og engelsk, men delvis også kilder på andre sprog som tysk og hollandsk. Gennemgangen har dermed omfattet følgende 13 lande: Danmark, Norge, Sverige, Holland, Østrig, Tyskland, Frankrig, Slovenien, USA, Canada, Australia, New Zealand og Japan. Danmark er inkluderet for at få en samlet gennemgang af landene.

## Resultat af litteratursøgningen

Litteraturgennemgangen omfatter i alt 103 kilder fordelt på følgende kategorier:

- 37 forskningsrapporter og håndbøger.
- 35 videnskabelige og populære tidsskrift- og conferenceartikler.
- 18 internetsider og -artikler.
- 6 PowerPoint præsentationer.
- 7 avisartikler.

Der er foretaget mange studier i USA, og halvdelen af alle referencerne er således amerikanske. Disse kommer især fra ”The Federal Highway Administration” samt staterne; Texas, Californien, Florida og Illinois, som er nogle af de stater, som har de største problemer med spøgelsesbiler, se figur 3. Der er også fundet undersøgelser/kilder fra staterne; Alabama, Arizona, Connecticut, Georgia, Michigan, New Mexico, Virginia og Washington DC.

Ved Auburn Universitet i Alabama findes et af de mest aktive og måske også førende forskningsmiljøer på spøgelsesbilisme ved Huaguo Zhou, Mahdi Pour-Rouholamin m.fl., og mange kilder kommer derfra.

Fra de andre lande er der mellem en-syv kilder fra hvert land, med undtagelse af Danmark og Norge, hvorfra der er endnu flere kilder.

Mange af kilderne fra USA, men også andre lande, omhandler primært forskellige ulykkesanalyse og analyse af risikofaktorer, hvor man ønsker at finde ud af; hvorfor, hvor og hvornår disse ulykker sker, og hvem som er involveret. Flere kilder argumenterer med, at der er for lidt kundskab om dette til at kunne målrette og implementere effektive tiltag samt foretage evaluering af disse.

Dette projekt fokuserer ikke på disse ulykkesanalyser, men mange af disse undersøgelser er alligevel inkluderet i gennemgangen, da de ofte også direkte eller indirekte beskriver noget om tiltag og mulige effekter af disse. Samtidig er der også inkluderet hovedkonklusioner fra disse ulykkesstudier, da det, som beskrevet ovenover, har betydning for hvilke tiltag man med fordel kan bruge for at reducere omfanget af spøgelsesbilisme.

## Behandling af litteratur

Der er ikke foretaget en fuldstændig gennemgang af tiltag i de 13 inkluderede lande, men derimod en gennemgang af de tiltag og informationer, som er tilgængelige i de fundne kilder, og de tiltag som kan tænkes at have interesse og relevant for danske forhold.

Gennemgangen af erfaringer og effekter af tiltag har fokuseret på effekter på sikkerhed, men andre effekter på f.eks. fremkommelighed og miljø er også inkluderet, hvis det er beskrevet i kilderne. Hvis det er beskrevet, har vi også inkluderet omkostninger til anlæg og drift samt samfundsøkonomiske analyser.

Det er generelt ønskeligt at sammenfatte resultater (effekterne) via meta-analyse. Med en meta-analyse menes en talmæssig sammenstilling af gennemførte evalueringsstudier, hvor resultaterne vægtes i forhold til undersøgelsens størrelse og kvalitet. Det har her ikke været muligt at foretage sådanne meta-analyser, og det er derfor i stedet for foretaget en mere kvalitativ sammenfatning af fundene.

Der er en række forskelligheder i vejanlæg, trafik, færdselsregler, trafikkultur, geografi, topografi med mere mellem Danmark og andre lande. Dette gør, at fundene fra andre land ikke nødvendigvis direkte kan overføres til Danmark. Det er derfor afslutningsvis foretaget en drøftelse af, hvorvidt de fundne resultater kan overføres til danske forhold.

## 1.4 Rapportopbygning

Rapporten består af følgende fem kapitler plus referenceliste og appendiks:

1. Indledning med beskrivelse af baggrund, formål, afgrænsning og metode.
2. Beskrivelse af fænomenet spøgelsesbilisme inklusivt omfang og ulykker.
3. Gennemgang af benyttede især vejtiltag i 13 lande.
4. Gennemgang af erfaringer og effektundersøgelser med særlig fokus på trafikikkerhed.
5. Konklusion og diskussion.

## 2 Hvad er spøgelsesbilisme?

### 2.1 Betegnelsen

En spøgelsesbilist (eller spøgelsestrafikant) er en bilist (eller anden fører af motorkøretøj), som kører mod køreretningen. En typisk forklaring på betegnelsen er, at de fleste spøgelsesbilister dukker op og forsvinder igen (som ”spøgelse”) før de bliver opdaget, pågrebet og/eller gør alvorlig skade. En anden forklaring er også, at de ofte kører uden lys og derfor er vanskelig at se. Denne forklaring virker imidlertid fejlagtig i denne sammenhæng.

I engelsktalende lande bruges betegnelsen *ghost drivers*, i Tyskland *geisterfahrer*, i Holland *spookrijden*, i Sverige *spökekörning* og i Norge *spøkelsesbilister*. I Norge omtales fænomenet også som *kjøring mot kjøretningen (KMK)*. Det svarer til den amerikanske betegnelsen *wrong way drivers (WWD)*, den tyske *falschfabren auf Autobahnen*, og den svenske *felkörning på motorvägar*.

Vores litteraturgennemgang viser, at betegnelser a la *spøgelsesbilist* og *ghost driver* bruges i mindre og mindre grad, mens betegnelser a la *kørsel mod køreretningen* og *wrong way driving* primært benyttes nu, og vel nu kan betragtes som standard-termen for fænomenet. Det er ikke fundet nogle forklaring eller diskussion af dette, men kan tænkes at hænge samme med, at betegnelser som *kørsel mod køreretningen* er selvforklarende, mens det ikke umiddelbart er intuitivt, hvad spøgelsesbilist betyder. I denne rapport bruges imidlertid primært betegnelsen spøgelsesbilisme, idet denne betegnelse primært bruges i Danmark. Betegnelserne spøgelsesbilisme og kørsel mod køreretningen benyttes fortrinsvis i forbindelse med kørsel mod kørselsretningen på motorveje (og motortrafikveje), hvilket også eksplicit fremgår af flere af betegnelserne. Dette skyldes, at mødeulykker her kan få meget alvorlige konsekvenser som følge af høj fart, samt at det her ikke uden videre er muligt at skifte til rigtig retning. Betegnelserne gælder imidlertid også kørsel mod køreretningen i alle typer vejanlæg. Dette projekt omhandler imidlertid bare spøgelsesbilisme på motorvej (og andre større veje).

### 2.2 Omfang af spøgelsesbilisme

Der foreligger generelt ikke særlig nøjagtig information om omfanget af spøgelsesbilisme, idet spøgelsesbilister (jf. betegnelsen af fænomenet) relativt sjældent bliver rapporteret, og endnu sjældnere bliver pågrebet af politiet.

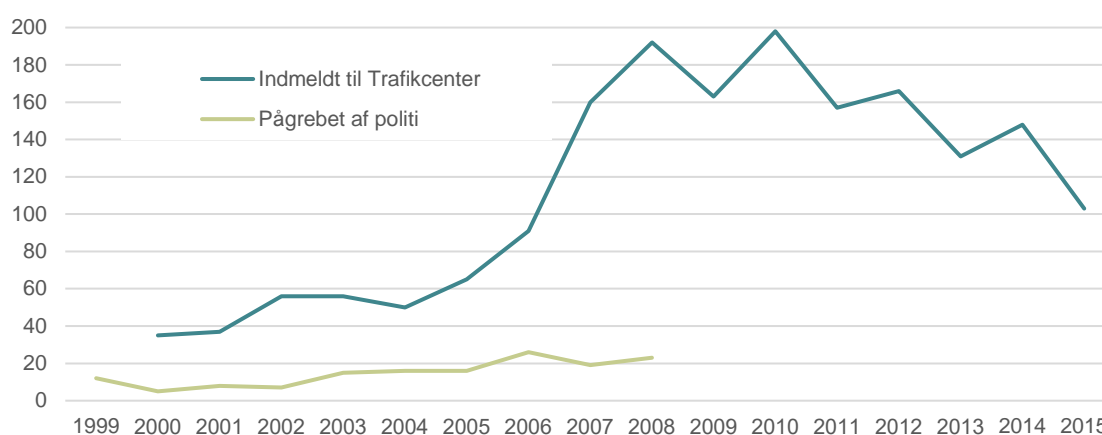
#### Danmark

De seneste 10 år er der hvert år indmeldt 100-200 spøgelsesbilister til Vejdirektoratets Trafikcenter i Danmark. Tallet var stigende fra 2000 til 2010, og har derefter været faldende igen. I 2015 var der 103 indmeldelser. Ifølge indrapportering til Vejdirektoratet (1999-2009) pågriber politiet årlig bare omkring 10-20 spøgelsesbilister eller ca. 10-30 % af de indmeldte bilister, se figur 1.

Meldinger om spøgelsesbilister har imidlertid vist sig ikke at være en pålidelig indikator for omfanget (Scaramuzza og Cavegn, 2006), og disse tal dækker sandsynligvis over en ikke uvæsentlig underrapportering. Størrelsen af denne underrapportering er dog ukendt.

Samtidig kan rapporteringsgraden have ændret sig over tid bl.a. som følge af, at flere har mobiltelefon, øget trafikovervågning og større eller mindre fokus i medier. Stigningen i indmeldte spøgelsesbilister fra 2000 til 2010 kan således delvis skyldes øget rapporteringsgrad.

Faldet de sidste seks år kan på samme måde være et resultat af faldende rapporteringsgrad, men dette virker umiddelbart mindre sandsynligt, da det i denne periode også har været en stigning i antal med mobiltelefon og øget trafikovervågning. Faldet kan derimod tænkes at være en effekt af de tiltag, som er iværksat i samme periode på motorvejsnettet (Vejdirektoratet, 2016b).



Figur 1. Spøgelsesbilister i Danmark pr. år som henholdsvis er indmeldt til Vejdirektoratets Trafikcenter og som politiet har pågrebet og indberettet til Vejdirektoratet (Larsen og Carstensen, 2011; Vejdirektoratet, 2016a).

## Andre lande

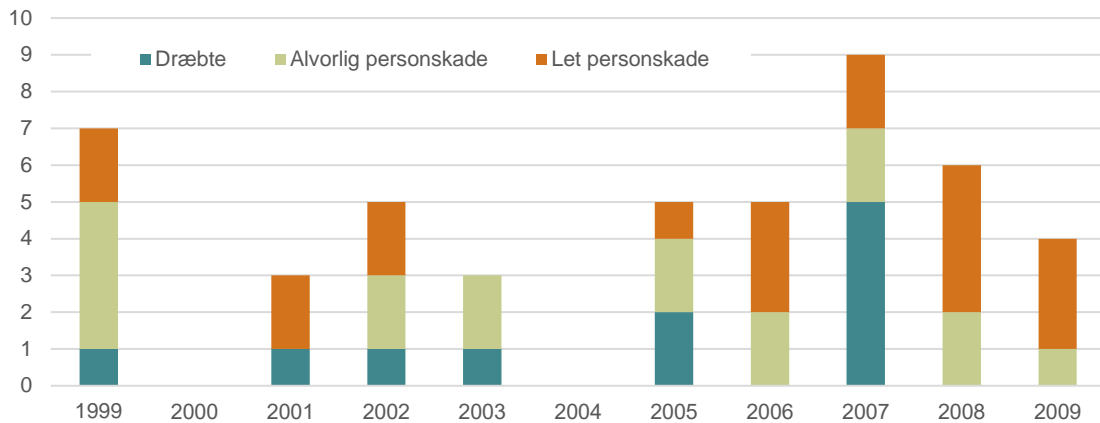
Et ældre norsk studie viser til sammenligning, at der årligt i Norge bliver registreret omkring 50 spøgelsesbilister, men det påpeges også, at mange sådanne hændelser ikke bliver registreret. I Holland, Tyskland og Østrig er det årlige antal rapporterede hændelser henholdsvis ca. 350, 1.800 og 500 (Statens vegvesen, 2010). På motorvejsnettet i Japan (ca. 8.500 km) blev der årligt fra 2005-2009 registreret ca. 900 hændelse med spøgelsesbilister (Xing, 2015).

## 2.3 Ulykker med spøgelsesbilister

### Danmark

Lørdag den 24. januar 2016 blev fire personer dræbt i to alvorlige ulykker med spøgelsesbilister i Danmark (Torgersen, 2016). Sådanne ulykker er imidlertid heldigvis sjældne, og det er bare en meget lille andel af de registrerede hændelser med spøgelsesbilister, som medfører ulykke. Men når de endelig sker, bliver de, som de nævnte ulykker i januar 2016, ofte alvorlige.

I Danmark har der de seneste år (eksklusiv 2016) i gennemsnit været 1-2 personskader pr. år som følge af spøgelsesbilister (Vejdirektoratet, 2016a). I perioden 1999-2009 var der årligt ca. fire personskader med én dræbt pr. år, se figur 2.



Figur 2. Antal dræbte og tilskadekomne i ulykker med spøgelsesbilister i Danmark (Larsen og Carstensen, 2011).

## Andre land eksklusiv USA

Til sammenligning er der i Norge i ca. samme periode (2002-2009) registreret 15 politirapporterede personskadeulykker (med til sammen fem dræbte, syv alvorlig personskader og 19 lettere personskader), hvor spøgelsesbilister var indblandet (Statens vegvesen, 2010). Det vil sige også ca. fire personskader pr. år.

Statens vegvesen (2010) og Zhou m.fl. (2012) har beskrevet antal ulykker og personskader i nogle andre land i 1990'erne og 2000'erne:

- *Holland*: I gennemsnit 7 ulykker med i snit to dræbte pr. år (1998-2003).
- *Frankrig*: 44 ulykker med 11-40 dræbte og 31 tilskadekomne pr. år (2000'erne).
- *Schweiz*: I gennemsnit 27 ulykker pr. år (2000-2004).
- *Japan*: I gennemsnit 31 ulykker pr. år (1997-2000).

En endnu ældre norsk studie (Sagberg, 2003a, 2003b), som har gennemgået ulykkesomfanget i otte forskellige lande (Danmark, Norge, Sverige, Finland, Holland, Østrig, Japan og USA), finder også, at ulykkerne sjældent sker, men at de er mere alvorlige end andre ulykker. Spøgelsesbilisme forårsager under 0,5-1,0 % af personskadeulykkerne på motorvej, men disse forårsager 3-6 % af alle dødsfald i motorvejsulykkerne.

En ny undersøgelse fra Japan af ulykker i 2005-2009 på motorvejsnettet viser, at årlige ca. 900 hændelse med spøgelsesbilister årlig medfører ca. 30 ulykker. Af de i alt 133 ulykker i perioden medførte halvdelen personskade og 20 af ulykker var dødsulykker. For alle andre ulykker i Japan er det til sammenligning 13 %, som medfører personskade, og 0,5 % som medfører dræbte. Ulykkerne er med andre ord i gennemsnit meget mere alvorlige end andre ulykker. De er dog også sjældne. I 2009 udgjorde de således bare 0,11 % af alle ulykker, 0,27 % af alle personskadeulykker og 1,7 % af alle dødsulykker i Japan (Xing, 2015).

Et studie fra 2015 beskriver, at der årligt bliver dræbt 2-3 personer i New Zealand i ulykker med spøgelsesbilister, og at problemet er voksende som følge af flere motorveje og flere ældre førere (Baisyet og Stevens, 2015).

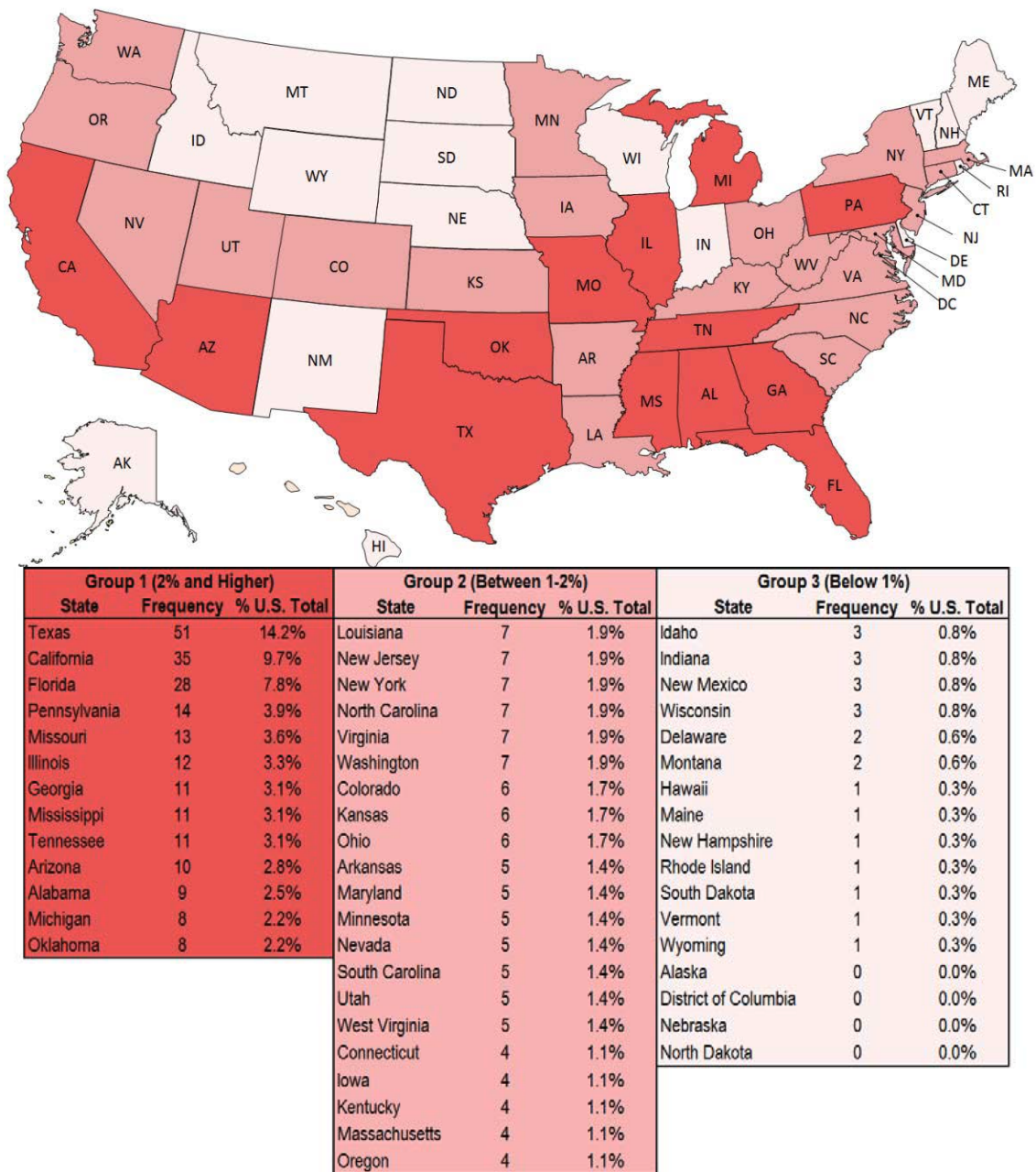
## USA

Som indledningsvis beskrevet er der i USA de senest fem-seks år foretaget mange studier af ulykker med spøgelsesbilister både for hele USA og for de enkelte stater i USA. Studierne er enten baseret på dybdestudier af typisk 50-100 dødsulykker i en stat eller baseret på analyse af "The National Highway Traffic Safety Administration" (NHTSA)'s "Fatality

Analysis Reporting System” (FARS) for hele USA. Idet der findes så mange amerikanske studier har vi valgt kort at sammenfatte disse i det følgende.

Et amerikansk studie af alle dødsulykker på motorveje i USA i 2004-2009 finder, at 1.566 af 54.789 dødsulykker var dødsulykker med spøgelsesbilister, dvs. ca. 2,86 % af ulykkerne. Dette svarer også til 0,72 % af de i alt 218.813 dødsulykker i USA i perioden. I gennemsnit har der været 261 dødsulykker pr. år varierende mellem ca. 2,4 % og 3,1 % af det årlige antal dødsulykker på motorveje. De 1.566 dødsulykker medførte 2.139 dræbte svarende til 1,36 dræbt pr. dødsulykke (NTSB, 2012).

Et nyere amerikansk studie af dødsulykker med spøgelsesbilister på motorveje i USA, som inkluderer fire år mere, dvs. den omfatter 2004-2013, finder, at der i gennemsnit årligt er 265 dødsulykker med 355 dræbte. Det vi sige, at der i gennemsnit er 1,34 dræbte pr. dødsulykke med spøgelsesbilister. I andre dødsulykker er der til sammenligning i gennemsnit 1,1 dræbte (Pour-Rouholamin og Zhou, 2016).



Figur 3. Årligt gennemsnitligt antal og andel dødsulykker i de 50 amerikanske stater i 2004-2011 (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).

Et andet studie af de samme forfattere (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014) er baseret på dødsulykker i 2004-2011 beregnet antal og andel dødsulykker på motorveje i hver af de 50 amerikanske stater, se figur 3. Det ses, at andelen varierer fra 0 % helt op til 8-14 % i Texas, Californien og Florida.

En anden nyere amerikansk undersøgelse finder, at der på motorveje i Alabama har været 93 ulykker med spøgelsesbilister i 2009-2013, svarende til 0,16 % af alle motorvejsulykker. 14 af ulykkerne var dødsulykker, svarende til 3,9 % af dødsulykkerne på motorvejene (Pour-Rouholamin m.fl., 2016).

Det er både førere og passagerer i bil, som både kører med og mod køreretningen, som bliver dræbt. En undersøgelse af 49 dødsulykker med spøgelsesbilister i New Mexico (1990-2004) med 79 dræbte viste, at f.eks. ca. 40 % af de dræbte var passagerer eller førere i bil, som kørte i den rigtige retning. I tillæg til at ulykkerne er alvorlige rammer de med andre ord også ”uskyldige” trafikanter (Lathrops, Dick og Nolte, 2010).

## 2.4 Hvordan, hvorfor og hvor opstår spøgelsesbilisme?

### Danske og norske studier

Spøgelsesbilisme på motorvej (og andre større veje) kan opstå som følge af (Larsen og Carstensen, 2011; Høye, 2013; Vejdirektoratet, 2016a), se figur 4:

- Man kører ned på motorvejen ad en frakørselsrampe eller ind på motorvejen fra en rastesteds ad frakørselsrampe.
- Man vender på motorvejen og kører mod kørselsretningen.
- Man bakker tilbage til forrige frakørsel evt. i nødsporet.
- Man kører på forkert side af et autoværn som begynder på en strækning mellem kryds.
- Man vælger forkert kørefelt på en vej med reversibel kørefelt.



Figur 4. Illustration af hvordan spøgelsesbilisme på motorvejen kan opstå (Larsen og Carstensen, 2011).

Det kan være flere forklaringer på, at bilister kører mod køreretningen, og det kan både være en bevidst og ubevidst handling. Ifølge en række nordiske kilder kan følgende være medvirkende faktor til, at bilister kører mod køreretningen (Larsen og Carstensen, 2011; Sørensen, 2011; Høye, 2013; Helmers, 2014; Herrstedt, 2014; Vejdirektoratet, 2016a):

- Det er ofte bilførere, som har svækket evne til at køre som følge af alkohol-, stoffer- og/eller medicinpåvirkning, sygdom (som demens) eller stress.
- Især ældre, men også yngre/uerfarne trafikanter er overrepræsenteret.
- Mænd har højere risiko end kvinder.
- Næsten alle spøgelsesbilister kører personbil og ældre biler er overrepræsenterede.
- Det kan være dårlige oversigtsforhold som følge af mørke, tåge, regn og sne.
- Vejanlæg, dvs. vejudformning og regulering (skiltning og vejafmærkning) kan være forvirrende, misvisende, mangelfuld eller have dårlige oversigtsforhold.

- Byområder.
- Trafikken kan have betydning, f.eks. kan lille trafikmængde øge risikoen, da man indledningsvis ikke møder trafik, som kører i rigtig retning, samtidig med at det ikke er forankørende, som ”viser rigtig vej”.
- Navigationsanlæg i bil viser fejl eller information fejltolkes af bilist.
- Det kan være en bevidst handling i forbindelse med selvmordsforsøg, ”manddomsprøve” eller for at undgå et betalingsanlæg, kø på motorvejen eller omveje, hvis man har overset en frakørsel.

Ifølge Herrstedt (2014) findes der fem problempunkter, når spøgelsesbilisme opstår:

- Ved tilslutningsanlæg til motorveje.
- Ved ”halve” tilslutningsanlæg til motorveje.
- Ved rastepladser langs motorveje.
- På motorveje.
- Ved ændret vejudformning.

## Nye udenlandske studier

Som indledningsvis beskrevet har studier af spøgelsesbilisme fået en form for renæssance i forskningsverdenen, især i USA, og der findes derfor flere nye udenlandske, især amerikanske, studier af, hvorfor disse ulykkerne sker.

Zhou m.fl. (2012, 2013, 2015) har foretaget en analyse af 217 ulykker med spøgelsesbiler på motorveje i Illinois i 2004-2009 og fandt, at følgende parametre har signifikant betydning for ulykkerne: Om føreren er påvirket, alder, køn, fysisk tilstand, førerens erfaring og kundskab, tidspunkt på dagen, type rampekryds samt om det er byområde eller ikke.

Baratian m.fl. (2014) har foretaget en analyse af 2.149 dødsulykker med spøgelsesbiler i USA i 2004-2011, og finder at påvirkede førere, ældre førere og mandlige førere er overrepræsenteret. Dødsulykker i byområder er også overrepræsenteret.

FDOT (2015) har foretaget en analyse af 280 ulykker med spøgelsesbiler på motor- og motortrafikveje i Florida i 2009-2013, som har resulteret i 75 dræbte og 411 tilskadede. De fandt, at følgende forhold er overrepræsenteret i ulykkerne: Ulykker i mørke, ulykker i weekend, ulykker om morgenen, ulykker med påvirkede førere (alkohol eller stoffer), ulykker med ældre førere, ulykker i byområder samt ulykker i fuld/delvis diamant kryds, delvis kløverbladkryds og trompet kryds.

Pour-Rouholamin og Zhou (2016) har foretaget en omfattende gennemgang af tidligere amerikanske studier fra otte forskellige stater samt studier fra Finland, Schweiz, Holland, Japan og Frankrig. De finder generelt tilsvarende medvirkende risikofaktorer, som er beskrevet i forrige afsnit. De har også lavet egne mere avancerede statistiske analyser af ulykkesdata, som tager hensyn til forstyrrende faktorer. De finder, at følgende variable har signifikant betydning for alvorligheden af ulykker med spøgelsesbiler: Førers alder, om føreren er påvirket, selebrug, tidspunkt på dagen, airbag i bilen, vejoverflade, lysforhold og ulykkestype.

Ponnaluri (2016a) har gennemført en analyse af næste 1 mio. trafikulykker i USA fra perioden 2003-2010 og fundet, at følgende parametre har betydning for, at der sker ulykker med spøgelsesbiler, og at de bliver alvorlige: Førers alder, køn, om føreren er påvirket, om føreren er svækket på anden måde, selebrug, bosted, rejseformål, tidspunkt på dagen, vejbelystning, ulykkessted, trafikmængde samt vejtype og udformning. Der er således mange fællestræk med de forrige nævnte undersøgelser.

Kemel (2015) har foretaget en analyse af 266 ulykker med spøgelsesbiler i 2008-2012 på motor- og motortrafikveje i Frankrig, og sammenlignet dem med over 22.000 andre ulykker



på det samme vejnøt og periode. Han finder, at der er en overrepræsentation af ulykker på motortrafikveje, i mørke, med påvirkede førere, med lokale førere, med ældre biler og med personbiler uden passagerer.

En analyse af 133 ulykker med spøgelsesbilister på motorveje i Japan i 2005-2009 finder, at mange af de involverede førere er ældre, unge, påvirket af alkohol eller at der er mistanke om demens. 40 % skyldes U-vendinger, 38 % skyldes fejkørsel i rampekryds og 12 % skyldes fejkørsel fra rasteplads (Xing, 2015).

## 3 Tiltag i 13 udvalgte lande

### 3.1 Vejtiltag i Danmark

#### 3D-afmærkning på ramper

3D-afmærkninger på ramper omfatter teksten ”Stop”, som bliver synlig på kørebanen, når en bilist kører i den forkerte retning på en motorvejsrampe, dvs. forsøger at køre ned på motorvejen på en frakørsel, se figur 5.

Afmærkningen er installeret på 10 ramper på Fyn i 2009. Derudover er tiltaget i 2014 installeret på yderligere fire ramper fordelt over hele Danmark.



Figur 5. 3D-afmærkning (Vejdirektoratet, 2016a).

Der gennemføres nu en evaluering af tiltaget, som skal være færdig i 2017. I den forbindelse er der opsat videokamera på fire ramper for at kunne registrere eventuelle spøgelsesbilister. Der er pr. juli 2016 ikke registreret nogle spøgelsesbilister på de fire ramper, og det er dermed umiddelbart ikke muligt at vurdere effekten af tiltaget (Vejdirektoratet, 2016a).

#### Løbelys i kørebanen

Tiltaget omfatter en række diodelys (lanelights) nedlagt i midten af kørebanen på frakørselsramper, se figur 6. Systemet fungerer ved, at en sensor registrerer, hvis en bilist kører mod køreretningen ned ad rampen. Sensoren giver signal til de nedfræsedede diodelys, som tændes som et løbelys, der kommer ”rullende” som røde advarselsblink op mod spøgelsesbilisten.



Figur 6. Løbelys (Blindum, 2011).

Systemet er etableret på syv ramper i Danmark, og det første system blev anlagt i 2009 ved Ringsted Øst. På seks af ramperne er der sat videokameraer op, som kan dokumentere hændelserne. Videoovervågningen har vist, at 29 spøgelsesbilister pr. juli 2013 er blevet stoppet (Vejdirektoratet, 2010, 2016a).

#### Spøgelsesblink

Spøgelsesblink er lys, der på samme måde som løbelys, begynder at blinke, hvis sensorer registrerer en trafikant, der kører i den forkerte retning på rampen. Spøgelsesblink opsættes på skilte med indkørselsforbud, se figur 7 (Vejdirektoratet, 2016a).

Tiltaget er i 2008 implementeret på 14 ramper. Der findes ingen målinger af effekten.



Figur 7. Spøgelseslys ved rampe (Blindum, 2011).

## Den østrigske hånd

Skiltet ”Den østrigske hånd” er, som det fremgår af benævnelsen, inspireret af et østrigsk skilt. Skiltet viser en stor sort hånd på en gul baggrund suppleret med teksten ”STOP”, se figur 8 (Vejdirektoratet, 2016a).

Skiltet er i perioden 2008-2012 sat op ved udvalgte frakørselsramper. Der findes ingen målinger af effekten.



Figur 8. ”Den østrigske hånd” (Kjeldsen, 2011).

## Vejpiggeanlæg

Vejdirektoratet har i 2010-2011 gennemført forsøg med vejpiggeanlæg. Disse anlæg består af en række pigge i kørebanelen, der rejser sig, hvis en bil kommer den forkerte vej ned ad en rampe. Derved punkterer bilens dæk, se figur 9.

Sådanne anlæg blev etableret på fem ramper ved Middelfart, Odense, Låsby, Sæby og Ringsted. Det viste sig imidlertid, at anlæggene gav problemer, da piggene nogle gange også flænsede dækkene på biler, som kørte den rigtige vej. På grund af denne fejl blev forsøget sat på ”pause” (Kjeldsen, 2011). Anlæggene er nu taget helt ud af drift og erstattet med ”3D STOP” afmærkning.



Figur 9. Vejpigge (Blindum, 2011).

Det første anlæg blev taget i brug i december 2010 ved Middelfart og har været i drift frem til sidst i marts 2011. I denne periode har det stoppet fem næsten-spøgelsesbilister ved at punktere deres dæk, og seks andre har stoppet, da de er blevet opmærksomme på piggene, før de kørte over dem (Kjeldsen, 2011).

## Andre skilte, afmærknings- og vejtekniske tiltag

Udover de nævnte tiltag har Vejdirektoratet også gennemført en række andre (traditionelle) vejtekniske tiltag for at prøve at minimere problemet med spøgelsesbilisme. Dette omfatter tiltag som (Blindum, 2011; Vejdirektoratet, 2016a):

- Etablering af ”spøgelsesport”, dvs. indkørselsforbudstavler på begge sider af rampen i ”starten” af rampen og midt på rampen samt afmærkning af to pile på kørebane, se figur 10. Se også appendiks 1, som viser skilte- og afmærkningsplaner for forskellige typer ramper.
- Udskiftning af nedslidte tavler.
- Genmarkering af kørebaneafmærkning.
- Opstramning af vejgeometrien.
- Forlængelse af helleanlæg i vejmidten på den skærende vej i rampekryds således, at forkert venstresving ned ad rampen vanskeliggøres.
- Beskæring af beplantning.
- Belysning af tilkørselsramper.

Formålet med disse ombygninger har generelt været at gøre det lettere for trafikanterne at vælge den rigtige rampe ved tilkørsel til motorvejen og vanskeligt at vælge den forkerte vej til motorvejen.

I perioden 2001-2012 er der gennemført ca. 800 sådanne tiltag i ca. 80 rampeanlæg (Regeringen m.fl., 2010; Carstensen og Ludvigsen, 2011; Vejdirektoratet, 2012).

I samme perioden var der, som tidligere beskrevet, en fortsat stigning i antal registrerede spøgelsesbilister, og man har derfor forsøgt at supplere med de tidligere beskrevne ”nye” tiltag.



Figur 10. ”Spøgelsesport” på rampe (Larsen og Carstensen, 2011).

## 3.2 Vejtiltag i Norge

### Mulige og anbefalede tiltag i 2010

I Norge er der i 2010 lavet en udredning (Statens vegvesen, 2010) om spøgelsesbilisme, som er baseret på erfaringer fra andre lande og analyse af ulykker og hændelser med spøgelsesbilister i Norge i 2002-2009 giver en oversigt over mulige tiltag, samt anbefaler hvilke man fremover primært bør bruge. Mulige tiltag mod spøgelsesbilisme er ifølge udredningen følgende:

- *Forbedret fysiske planløsninger:* F.eks. at vanskeliggøre mulig fejkørsel.
- *Skiltning og afmærkning:* F.eks. at flytte skilte, forbedre refleksegenskaber eller bruge alternativ afmærkning som 3D-afmærkning.
- *Beredskabsplaner:* Dvs. planer for hvad vejmyndighed og politi gør.
- *Bedre opdatering og rettelse af GPS kortsystemer.* Dvs. undgå at der er fejl og mangler i kort, som guider fører til at køre mod køreretningen.
- *Kampagner, information og kursus:* Forebygge at f.eks. ældre førere kører forkert, eller generel information om hvad man skal gøre, hvis der opstår en hændelse.
- *Forbedre vejbelysning:* Det kan især være aktuelt i kryds.
- *Justere design/farver af skilte for at gøre dem mere tydelige:* Konkret at ændre design af skiltet ”fejl køreretning - vend”.
- *Udformning af udkørsel på ensrettede gader:* Dvs. gøre det unaturlig at køre forkert retning.
- *Skilte ”nlogiske” vejvisninger bedre:* Dvs. skilte bedre, hvis man skal køre ”mod højre/vest” for at komme mod ”venstre/øst”.
- *Bom:* Dvs. bomme, som lukker ved fejkørsel.
- *Systemer som slukke bilmotor.* Dvs. motor slukkes, hvis man køre i forkert retning.
- *Variabel/dynamisk skilt:* Advarsel til bilister i rigtig retning om spøgelsesbilist.
- *Bedre forvarsling af tunneller:* Dvs. give trafikanter med tunnelfobi mulighed for at vælge alternativ rute.
- *Overvågning:* Dvs. mere overvågning for at få mere information om problemet.

På baggrund af ulykkesanalyserne og gennemgangen af mulige tiltag har Statens vegvesen (2010) for følgende tre problempunkter anbefalet en række tiltag eller tiltagspakker, som skal og bør gennemføres:

- Planskilte kryds på flersporede veje.
- To- eller tresporede veje med autoværn i vejmidten.
- Åbning af nye planskilte kryds.

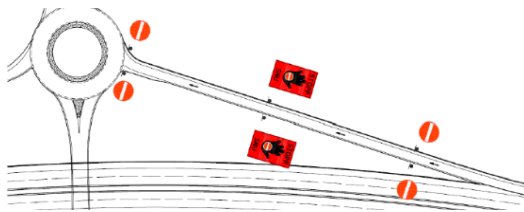
For ramper i planskilte kryds anbefales, se figur 11 (Statens vegvesen, 2010):

- ”Indkørsel forbudt” skilte på begge side.
- ”Indkørsel forbudt” skilte længere nede af rampen.
- ”Den østrigske hånd” skilte på begge sider mellem ”Indkørsel forbudt” skilte (se mere om ”Den østrigske hånd” skiltet senere i kapitlet).
- Afmærkning af hvide pile i vejbanen. Antal afhænger af rampelængde.
- Tabelvejviser og diagramtavle, hvis der er en rundkørsel (bør-krav).
- Ændring af geometrisk udformning og/eller brug af detektering og variable skilte, hvis problemet ikke er løst med de første fem punkter.

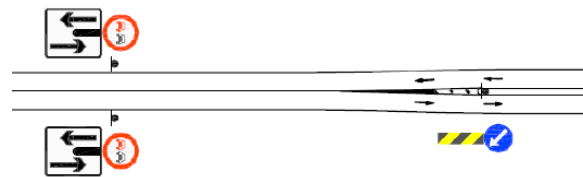
Tiltagspakken bestående af de første fem punkter kaldes også for ”Vestfoldpakken”, da der i Vestfold allerede før 2010 blev indført skiltning og afmærkning, som ligner den anbefalede, dog havde skiltet ”Den østrigske hånd” et andet design dengang. Denne skiltnings- og afmærkningspakke benyttes nu som standard i mange rampekryds.

For to- eller tresporede veje med autoværn i vejmidten anbefales følgende ved start af autoværn, se figur 12 (Statens vegvesen, 2010):

- Skilt med overhalingsforbud og varsling af autoværn.
- Afmærkning af spærrelinje og -flade.
- Skilt med påbudt kørebane ved start af autoværn.
- Afmærkning af hvide pile i vejbanen.
- Vejbelysning eller forstærket vejbelysning (bør-krav).



Figur 11. Anbefalet skiltning og afmærkning af motorvejsrampe (Statens vegvesen, 2010).

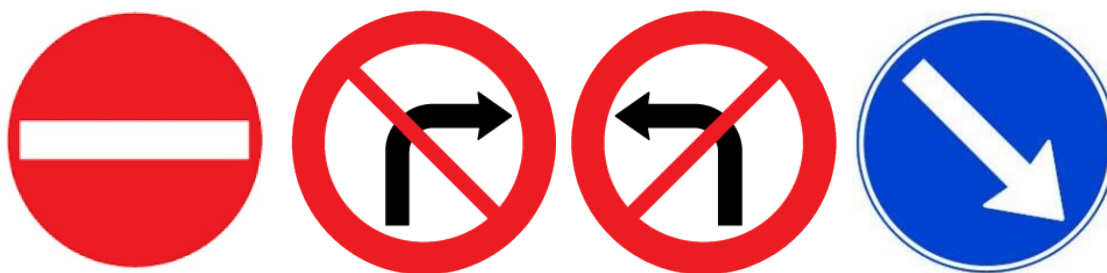


Figur 12. Anbefalet skiltning og afmærkning af start af autoværn i vejmidte (Statens vegvesen, 2010).

Ved planlægning, anlæggelse og åbning anbefaler Statens vegvesen (2010) en række tiltag, som skal gøres i de forskellige faser: Detail- og reguleringsplanfase, byggeplanfase, byggefase, de sidste uger før åbning, de første dage efter åbning og et par uger efter åbning. Dette har mange fællestræk med normal trafiksikkersrevision, bare med særlig fokus på risikoen for spøgelsesbilisme.

## Normal skiltning

Ifølge håndbogen ”Trafikskilt” (Statens vegvesen, 2012) skal skilt 302 ”Indkørsel forbudt”, se figur 13, sættes op i planskilte kryds for at hindre fejkørsel i rampetilslutninger. Skiltet er også en obligatorisk del af skiltningen af ensrettede gader og skal altid sætte op for at hindre indkørsel mod køreretningen. Skilt 330 ”Svingeforbud” bruges for at forbyde højre- eller venstresving for at hindre fejkørsel ind på vej/rampe med modgåede envejsregulering. Endelig benyttes skilt 404 ”Påbudt kørefelt” på helleanlæg og lignende til at angive påbudt køreretning vanligvis til højre for helleanlæg. Overstørrelse op til 2.000 mm af skilt 404 kan benyttes, hvor der er registeret ulykker eller fejkørsel mod køreretningen, og hvor der derfor er særlig stort behov for markering. Ved brug af skilte i overstørrelse må man passe på, at frisigt ikke hindres.



Figur 13. Skiltene "Indkørsel forbudt", "Svingeforbud" og "Påbudt kørefelt" (Statens vegvesen, 2012).

### Normal afmærkning

I Norge benyttes gul farve til midtfaemærkning på veje (Statens vegvesen, 2015). Det betyder, at man skal have hvid stribe på højre side og gul stribe på venstre side, når man kører i rigtig retning/side. Dette gælder også på motorveje, se figur 14. Har man den gule stribe på højre side, kører man i forkert retning/side, og denne afmærkning kan dermed medvirke til at vise, at man kører mod køreretningen.

Gul farve skal også benyttes som venstre kantlinje på ramper med envejsreguleret trafik, se figur 14 (Statens vegvesen, 2015). Her kan man således også se, at man har en gul linje på forkert, højre side, hvis man er ved at køre på motorvejen via frakørselsrampen.



Figur 14. Gul kantlinje i venstre side på motorvej og rampe samt opmærket pil på rampe (Foto: M. Sørensen).

På frakørselsramper bruges der også pile i kørebanen for at vise køreretningen, se figur 14. De skal dermed sammen med skiltning og gule kantlinjer medvirke til at undgå kørsel mod køreretningen. Pile kan også bruges udenfor vejryds for at vise køreretningen i de enkelte kørefelter, f.eks. på en tresporet vej (Statens vegvesen, 2015). Ifølge Statens vegvesen (2010) og egen befaring bruges pile i vejbanen meget i Norge.

Vejbanereflektorer kan benyttes som supplement til den normale vejafmærkning, men på grund af vinterforhold og vinterdrift benyttes de sjældent, og reflektorer i kantpæle anbefales i stedet for (men brugen af disse er meget begrænset, da man frygter, at disse fører til øget fart). Der foretages nogle få forsøg med vejbanereflektorer (LED) i Norge i dag, især i forbindelse med tunneller (Statens vegvesen, 2015).

### Udvidet skiltning og afmærkning

Denne basis-skiltning og -afmærkning er i flere tilfælde og i henhold til anbefalingerne fra 2010 udvidet med "Indkørsel forbudt" skilte på begge sider af vejen og nogle gange også med sådanne skilte længere nede af rampen plus skiltet "Den østrigske hånd" mellem de to sæt af "Indkørsel forbudt" skilte, se eksempler i figur 15. Dette svarer til den såkaldte "Vestfoldpakke". En besigtigelse på motorvej E6 mellem Oslo og Gardermoen i oktober viste, at denne skilte- og afmærkningspakke er brugt i alle 13 rampekryds på strækningen.



Figur 15. Supplerende skiltning og afmærkning af frakørselsramper på motorvej E6 ved Oslo (Foto. M. Sørensen).

Det er ikke kun på motorvejsramper, at sådan udvidet skiltning bruges, men også i andre kryds som f.eks. tilkørsel til Ring 3 i Oslo, se eksempler i figur 16. Vi har ingen samlet oversigt over omfanget af dette, eller hvordan kryds vælges til udvidet skiltning og afmærkning.



Figur 16. Skiltning og afmærkning af frakørsler på Ring 3 i og omkring Oslo (Foto. M. Sørensen).

### Den østrigske hånd

Skiltet ”Den østrigske hånd” benyttes, som det fremgår af tidligere afsnit, også i Norge, men designet af skiltet er lidt anderledes end i Danmark, da skiltet har rød baggrund og teksterne ”Stopp” og ”Snu” (Snu betyder vend). Man har valgt en anden farve således, at skiltet adskiller sig fra andre skilte, og dermed bedre bliver set af trafikanter, som er ved at køre mod køreretningen, og fordi gul/orange i Norge bruges ved varsling af vejarbejde og omkørsel (Statens vegvesen, 2011a).

Skiltet er (i dette design) blevet benyttet fra januar 2012, da en ændring i skiltforskriften trådte i kraft (Statens vegvesen, 2011b; Sørdal, 2011). Skiltet er nu, som beskrevet, f.eks. sat op ved alle frakørselsramper på motorvej E6 mellem Oslo og Gardemoen.



Figur 17. ”Den østrigske hånd” i Norge (Foto: M. Sørensen).

Der findes ingen målinger af effekten. Statens vegvesen (2010) påpeger imidlertid, at det sandsynligvis har god effekt, da det efterhånden bruges i mange lande, og fordi det indeholder tre ”informationskanaler” i form af både ”Indkørsel forbudt” skilt, hånd og tekst, og derfor er forståelig for alle, også udenlandske trafikanter.

## Variabel trafikskiltning

I oktober 2009 blev der på en rampe til statsvej 35 ved Gardermoen monteret et såkaldt detektorstyret variabelt LED-skilt med rødt stopblink, som aktiveres, når nogen kører mod køreretningen. Underskiltet er et fast skilt med teksten ”Feil kjøreretning SNU!”, se figur 18. Skiltet er kameraovervåget, og optagelser af spøgelsesbilister bliver gemt. Skiltet har solcellepanel, og er ikke tilkoblet strøm. Skiltet kan derfor placeres på de fleste steder (Statens vegvesen, 2010).

Efter at skiltet blev monteret har der været flere tekniske fejl, og skiltet har derfor ikke fungeret som planlagt. Stedet blev valgt da mange fejlkørsler begyndte her. Det var planen at evaluere skiltet i løbet af 2010 (Statens vegvesen, 2010). Vi har dog ikke fundet nogle evalueringer af skiltet.



Figur 18. ”Indkørsel forbudt” skiltet ved Gardermoen (Statens vegvesen, 2010).

## Stopblinksignal

I Vækerø-krydset i Oslo har Statens vegvesen i 2006 sat op stopblinksignal over ”Indkørsel forbudt” skiltene med to rødblinkende lys, som blinker, når sensorer i vejen registrerer spøgelsesbilister (Spøgelsesblink på dansk), se figur 19. Krydset blev valgt, da der flere gange var registreret spøgelsesbilister på frakørselsrampen (Lund, 2006).

Det er første gang, at sådan et system er benyttet i Norge, og systemet er dermed helt unikt i Norge. Ideen til brug af dette system kommer fra Danmark. Det var planen løbende at evaluere systemet i 2006-2008 med henblik på at vurdere om systemet også skal tages i brug andre steder i Norge (Baumberger, 2006). Vi har dog ikke fundet nogle evaluering eller beskrevne erfaringer med systemet.



Figur 19. Stopblinksignal i Vækerø-krydset i Oslo i 2006 (Lund, 2006; Baumberger, 2006).

## Fysisk separering på tosporede veje og ramper

På flere og flere veje i Norge etableres der autoværn i vejmidten. Her er det særlig vigtigt med god skiltning og afmærkning ved start af autoværk således, at man kører på den rigtige side af autoværnet, se figur 20.

Udover autoværn i vejmidten bruger man i nogle tilfælde også lav fysisk separering på dobbeltrettede ramper for at undgå, at man kommer over i den forkerte side, se figur 20.



Figur 20. Opstart af autoværn i vejmidten på tosporet vej og fysisk adskillelse på dobbeltrettet rampe (Statens vegvesen, 2010).



## Andre fysiske vejtiltag

Andre tiltag som også bruges/testes er (Statens vegvesen, 2010):

- Indvendigt belyst ”Indkørsel forbudt” skilte i Oslo.
- LED-lys i vejbanen i frakørselsrampe i Kopstad-krydset i Vestfold.
- LED-vejlys som lyser rødt, når der er spøgelsesbilister på statsvej E6 ved Hedmark, figur 21.
- Bedre udformning af kanaliseringsanlæg ved kryds og rundkørsler.



Figur 21. LED-vejlys (Statens vegvesen, 2010).

Vi har ikke fundet yderligere beskrivelser af disse tiltag, hverken mht. omfang, evalueringer eller erfaringer.

## Tjekliste ved inspektion af problemlokaliteter

Statens vegvesen (2010) har lavet et forslag til en tjekliste, som kan bruges ved inspektion/analyse af kryds eller strækninger, hvor der er forekommet hændelser eller ulykker med spøgelsesbilister. Listen omfatter 29 spørgsmål fordelt på følgende seks grupper af fejlhandlinger:

- Fejlkørsel i rundkørsel og kryds generelt.
- Fejlkørsel i nyåbnede toplanskryds.
- Kørsel på forkert side ved start af autoværn i vejmidten.
- Fejlkørsel i meget komplicerede vejanlæg som ved lufthavne eller stationer.
- U-sving i egen kørebane i flersporede veje.
- Kørsel mod køreretning når man ved, at dette er forkert (planlagt handling).

## 3.3 Vejtiltag i Sverige

Det virker til, at spøgelsesbilisme har begrænset fokus i Sverige, og Trafikverket (2015) angiver da også, at problemet er begrænset. Der findes derfor meget få oplysninger om dette tema, både mht. omfang af problem og gennemførte tiltag. Dette gælder både her i 2016, og i 2010 hvor Statens vegvesen (2010) også foretog en gennemgang af spøgelsesbilisme i Sverige. Der er bare fundet lidt information om få tiltag i Sverige (Statens vegvesen, 2010; Trafikverket, 2015):

- Bedre/supplerende ”traditionel” skiltning og afmærkning.
- ”Indkørsel forbudt” skilte med gule signaler over skiltet, som blinker når en spøgelsesbilist detekteres er implementeret på ramper i Birsta og Varberg, hvor der er sket dødsulykke med spøgelsesbilist, se figur 22.
- Opmærkede pile samt en række med røde LED-lys på tværs over ramper i planskilte kryds i Varberg, se figur 23.
- Detektering via kamera af spøgelsesbilister i nogle tunneller i Vest-Sverige.
- Ved Øresundforbindelsen findes der mulighed for at ”håndtere” spøgelsesbilisme via anlæggets trafikstyrings- og kontrolsystem. Her kan fartgrænser sættes ned, kørefelter lukkes og advarsler gives via radio. I tunneldelen af forbindelsen blev der i 2007 registeret 68 hændelser med spøgelsesbilister eller bakkende biler.

Vägverket (1999) har lavet en litteraturgennemgang af tiltag mod spøgelsesbilister, men det er ikke lykket os at få tilgang til denne betænkning.



Figur 22. Gult blinkesignal sammen med "Indkørsel forbudt" skilt i Sverige (Statens vegvesen, 2010).



Figur 23. Rampe i Varberg med "Indkørsel forbudt" skilt med blinkende signaler samt LED-lys og opmærkede pile i vejbanen (Statens vegvesen, 2010).

### 3.4 Vejtiltag i Holland

#### Skiltning

I Holland har man siden 1981 benyttet skiltet C2 "Indkørsel forbudt" på frakørselsramper på motorvejsnettet. Ved de fleste ramper er skiltet suppleret med et underskilt, hvor det står "Ga terug", som betyder "kør tilbage". Disse to skilte er ofte sat sammen med en fluorescerende gul baggrund for at gøre dem endnu mere synlige både i mørke og i dagslys, se figur 24 (SWOV, 2009).



Figur 24. "Indkørsel forbudt" skilte med teksten "kør tilbage" på gul baggrund (Spookrijden.nu, 2016; 3M, 2016).

#### Vejafmærkning

Siden 1997 har man i Holland suppleret denne skiltning med pile i vejbanen, som viser rigtig køreretning. Dette blev indført som en reaktion på, at det i 1997 skete en meget alvorlig ulykke med en spøgelsesbilist (SWOV, 2009).

#### Vejudformning

SWOV (2009) beskriver også, at man med fordel kan bruge en række fysiske vejudformningstiltag for at minimere omfanget af spøgelsesbilisme:

- Gøre det tydeligt hvilken vej, som er tilkørselsrampe.
- Gøre det vanskeligt at køre ind på frakørselsrampe i forkert retning (Road blocker).
- Lav forbindelse mellem fra- og tilkørselsrampe således, at man kan køre fra frakørselsrampen til tilkørselsrampen, hvis man er kommet til at køre på frakørselsrampen i forkert retning.
- Forsøge at undgå, at bilister laver U-sving på motorvej ved at gøre det tydeligt, at det er en ensrettet vej.

Der er ifølge SWOV (2009) ikke lavet forskning, som har undersøgt implementering, omkostninger eller effekter/erfaringer med disse tiltag.

### 3.5 Vejtiltag i Østrig

#### Den østrigske hånd

Som det fremgår af betegnelsen kommer dette skilt fra Østrig, som begyndte at bruge dette fra 1997, se figur 25. Det særlige ved brugen af skiltet i Østrig er, at det er reklamefinansieret via reklamer på bagsiden af skiltet, som er synlig for alle de trafikanter, som kører i den rigtige retning på vejen/rampen (Wikipedia, 2016b). Vi har ikke fundet data om brugsomfanget af dette skilt eller erfaringer med skiltet.

#### Skilt med advarsel om spøgelsesbilister

I Europa findes der ikke et standardskilt, som kan bruges til at advare bilister, som kører i den rigtige retning mod eventuelle spøgelsesbilister. I Østrig har man derfor, igen sandsynligvis som de første, udviklet et sådant dynamisk/variabelt skilt i 2006, som er inkluderet i de østrigske vejnormaler. Skiltet "Achtung Falschfahrer" viser et køretøj, som kører mod den tilsigtede køreretning, se figur 26. Skiltet kan måske på sigt blive en europæisk standard (Wikipedia, 2016b, 2016c).



Figur 25. Den østrigske variant af skiltet "Den østrigske hånd" (Wikipedia, 2016b).

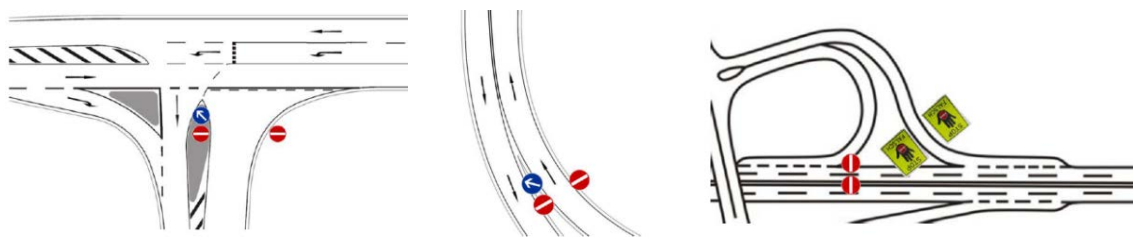


Figur 26. Skiltet "Achtung Falschfahrer" som advarer trafikanter om spøgelsesbilister (Wikipedia, 2016b).

### 3.6 Vejtiltag i Tyskland

Gerlach, Seipel og Leven (2012) har foretaget en god og omfattende analyse af spøgelsesbilisme på motorveje i Tyskland baseret på ulykkesanalyse, analyse af registrerede spøgelsesbilister via forskellige former for registreringer, analyse af medieopslag samt et litteraturstudie af kilder fra Tyskland og andre lande. Fokus er især omfang af problemet og hvorfor disse hændelser og ulykker sker. Der henvises til kilden for en gennemgang af dette. Med udgangspunkt i denne kilde kan det tolkes, at bl.a. følgende tiltag bruges i Tyskland for at reducere problemet med spøgelsesbilisme:

- Standard skilt for "Indkørsel forbudt" og supplerende brug af dette skilt på begge sider af ramper.
- Standard blåt skilt "Påbudt køreretning" ved helleanlæg.
- Skiltet "Den østrigske hånd" med samme design og tekst som i Østrig.
- Pilafmærkning i vejbanen, som viser køreretningen.
- Afmærkning på skærende vej, som viser muligt venstresving.
- Samlede skilt- og afmærkningsplaner, som omfatter ovenstående tiltag, se eksempler i figur 27.
- Justeringer af geometrisk udformning af kryds.



Figur 27. Samlede skilt- og afmærkningsplaner i forskellige krydstyper i Tyskland (Gerlach, Seipel og Leven, 2012).

I Tyskland bruges der også i meget stort omfang kantstolper med forskellige reflekser på for- og bagside. Disse viser tydeligt, om man kører på rigtig eller forkert side af vejen, især i mørket.

### 3.7 Tiltag i Frankrig

#### Skiltning, afmærkning og separering

I Frankrig bruges som i mange andre lande skiltning med standard ”Indkørsel forbudt” skilt (såkaldt B1J skilt), som placeres på begge sider af ramperne, og fra 2015 blev det tilladt at bruge ”Indkørsel forbudt” skilte med fluorescerende gul baggrund, som i f.eks. Holland. I tillæg bruges også pilafmærkning i vejbanen, som viser den rigtige køreretning. Ved ramper med kørsel i begge retninger bruges forbedret fysisk separering (Vicedo, 2006, 2007; Ruer, Cabon og Vienne, 2014; Carnis og Kemel, 2014; Grumel, 2015).



Figur 28. Traditionelle ”Indkørsel forbudt” skilte og ”Indkørsel forbudt” skilte på gul baggrund samt pilafmærkning på rampe i Frankrig (Wiki, 2016).

#### ITS tiltag – detektering og advarsel

I tillæg til traditionelle statiske skilt- og afmærkningstiltag benyttes også mere avancerede tiltag, som detekterer spøgelsesbilister og aktiverer variable blinkende skilte. Der benyttes flere systemer til detektering, bl.a. via kameraovervågning (mvBlueLYNX), som også optager og gemmer optagelser af hændelser med spøgelsesbilister, se figur 29. Udover varsel til spøgelsesbilisten afprøves også et system på en 26 km lang motorvej i Brittany i nordvest Frankrig, hvor trafikken i rigtig retning varsles via en række variable teksttavler med ”anden fare” symbol og tekst, som opfordrer til lav fart. Der findes også systemer, hvor varsling til spøgelsesbilister sker via lys i vejbanen, se figur 30 (Lansche, 2005; Vicedo, 2007; Zhou m.fl., 2012; Ruer, Cabon og Vienne, 2014; Wikipedia, 2016b).

#### Ikke vejtiltag

Kemel (2015) påpeger, at hyppige risikofaktorer i ulykker med spøgelsesbilister er kognitivt svækkede fører (alder og påvirket), og vejskilte og -afmærkning bør derfor testes og designes til netop sådanne førere. Han påpeger imidlertid også, at dette er risikofaktorer (plus ældre biler), som også er risikofaktorer i mange andre ulykker og fokus i trafiksikkerhedsarbejdet bør derfor i stedet for eller i tillæg være generel indsat overfor disse højrisikogrupper.



Figur 29. Videoovervågning på frakørselsrampe i Frankrig (Lansche, 2005).

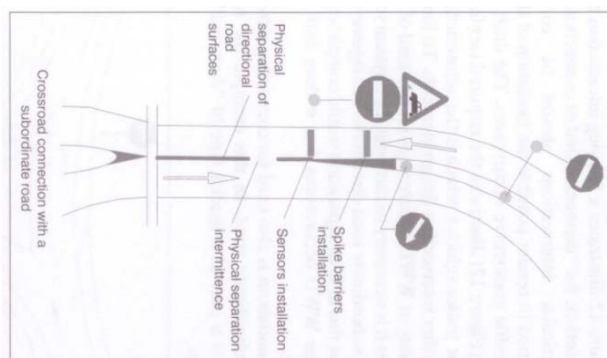


Figur 30. Advarsel til potentielle spøgelsesbilister via lys i vejbanen (Wikipedia, 2016b).

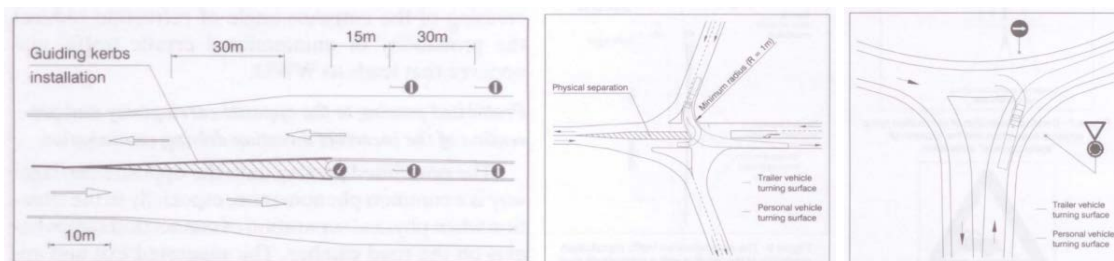
### 3.8 Vejtiltag i Slovenien

Topolsek (2007) samt Topolsek og Lipicnik (2009) præsenterer en analyse af ulykker med spøgelsesbilister i Slovenien, Østrig, Schweiz og USA. På denne baggrund beskriver de hvilke tiltag, som kan og bør bruges i Slovenien (og andre lande), og de har udviklet og beskriver en model for valg af tiltag på motorvej. Tiltagene, som bruges/anbefales, er inddelt i følgende tiltagsgrupper:

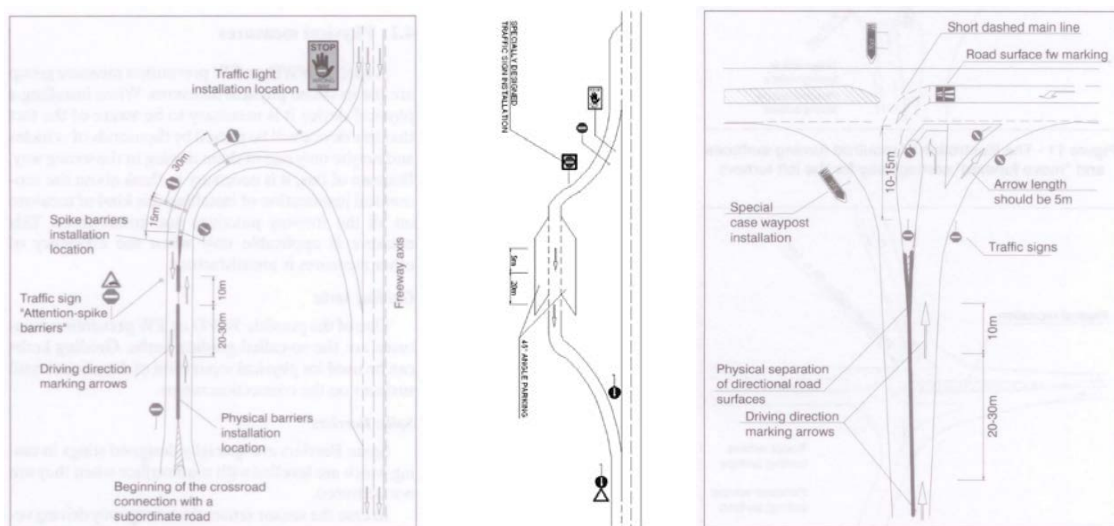
- Brug af sensorer, som aktiverer ITS-systemer.
- Videoovervågning, som aktiverer dynamisk skilte med advarsel samt optager hændelsen til efterfølgende analyse.
- Bedre vejbelysning.
- Sømmåtter / vejpigge, se figur 31.
- Kantstenføringer og kanaliserings- / helleanlæg, se figur 32.
- Bomme / porte.
- Forskellige geometriske justeringer af vej- / rampeanlæg.
- Brug af skiltet ”Den østrigske hånd”.
- Samlede tiltagspakker med bl.a. supplerende ”Indkørsel forbudt” skiltning, brug af skiltet ”Den østrigske hånd”, pilafmærkning i vejbanen, afmærkning af venstresvingsbanen på skærende vej, fysisk separering samt brug af vejpiggeanlæg, se figur 33.



Figur 31. Udformning af dobbeltrettet motorvejsrampe med fysisk adskillelse, supplerende skiltning, pilafmærkning samt sømmatte/vejpiggeanlæg, samt forslag til skiltning af vejpiggeanlæg (Topolsek, 2007).



Figur 32. Brug af kantstenføringer samt kanaliserings/helleanlæg i kryds og rundkørsel (Topolsek, 2007).



Figur 33. Eksempler på tiltagspakke med supplerende skiltning og afmærkning for forskellige krydstyper (Topolsek, 2007; Topolsek og Lipicnik, 2009).

### 3.9 Tiltag i USA

Som tidligere beskrevet er der de seneste fem-seks år lavet mange studier om ulykker med spøgelsesbilister i USA især med fokus på, hvorfor de sker. Flere af disse studier omhandler imidlertid også i større eller mindre grad tiltag mod spøgelsesbilister (Cooner, Cothron og Ranft, 2004a; Bramm, 2006; NTSB, 2012; Zhou m.fl., 2012; FDOT, 2015). Der er også lavet en række håndbøger/guidelines/artikler med fokus på udbedring og tiltag:

- Current Practices of safety Countermeasures for Wrong Way Driving Crashes (Pour-Rouholamin m.fl., 2015a).
- Wrong Way Driving Prevention Methods (Saetern, 2015).
- Guidelines for Reducing Wrong Way Crashes on Freeways (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).
- Wrong Way Driving – Road Safety Audit Prompt List (FHWA, 2013).
- The Manual on Uniform Traffic Control Devices – for streets and Highways (MUTCD) (FHWA, 2009).
- Guide for Reducing Head-On Crashes on Freeways (NCHRP, 2008).
- Wrong Way Driving Countermeasures (Leduc, 2008).
- Wrong Way Driving on Freeways: Problems, Issues, and Countermeasure (Cooner og Ranft, 2008).
- Countermeasures for Wrong Way Movement on Freeways: Guidelines and recommended practices (Cooner, Cothron og Ranft, 2004b).

I tillæg har ”The Federal Highway Administration” egen internetside om spøgelsesbilisme (FHWA, 2016) og i 2013 blev der afholdt stor 2-dags konference om temaet med 11 præsentationer (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).

I USA (og også i mange andre lande) inddeler vejmyndigheder ofte tiltag i de såkaldte ”fire E’er”: Engineering, education, enforcement og emergency response. De fleste tiltag mod spøgelsesbilisme ligger under ”Engineering”, men USA anbefaler og bruger også tiltag under de andre kategorier. ”Engineering” kan både omfatte vej- og køretøjtiltag.

En spørgeundersøgelse i 2013 med svar fra 16 stater viser, at ca. 2/3 har foretaget analyse af og tiltag mod ulykker med spøgelsesbiler. Ca. 9/10 af disse har benyttet vejtiltag, mens halvdelen har benyttet samlede programmer/finansiering, 1/3 har benyttet kontrol-tiltag, og ca. 1/5 har benyttet uddannelsesiltag. Det er mindre end 1/10, som har benyttet alle ”fire E’er” i kampen mod spøgelsesbilisten (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).

Med udgangspunkt i konferencen ”The 2013 National Wrong Way Driving Summit” sammenfatter Zhou og Pour-Rouholamin (2013), at tiltagene listet i tabel 1 kan være effektive eller værd at afprøve i bestræbelserne på at reducere antal alvorlige ulykker med spøgelsesbiler. Tiltagene konkretiseres i det følgende.

Tabel 1. Tiltag mod spøgelsesbilismen inddelt i forskellige tiltagsgrupper (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).

Engineering			
Signaling	Pavement Marking	Geometric Improvement	ITS Technologies
<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementing standard wrong-way sign package</li> <li>Improved static signs</li> <li>Lowering sign height</li> <li>Using oversized signs</li> <li>Mounting multiple signs on the same post</li> <li>Applying red retro-reflective tape to the vertical posts</li> <li>”Freeway Entrance” sign for all on ramps (ensure the right-way driving)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stop bar</li> <li>Wrong-way arrow</li> <li>Turn/through lane-only arrow</li> <li>Raised pavement markers</li> <li>Short dashed lane to delineate through turns</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrance/exit ramp separation</li> <li>Raised curb median</li> <li>Longitudinal channelizer</li> <li>Change ramp geometrics:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Obtuse angle</li> <li>Sharp corner radii</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LED illuminated signs</li> <li>Dynamic signs to warn other drivers</li> <li>Use existing GPS navigation technologies to provide wrong-way movement alerts</li> <li>Provide consistent messages or alerts that are intuitive to the driver</li> </ul>
<b>Enforcement</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alert law enforcement agency</li> <li>DUI enforcement</li> <li>Dynamic message sign to give warning to right-way drivers</li> <li>Portable spike barriers to stop WW drivers; implemented by Harris County Toll Road Authority (HCTRA), Texas</li> </ul>			
<b>Education</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Public awareness and understanding of:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Basics of road designs and interchange types</li> <li>Acts to do (witnessing a wrong-way driver)</li> </ul> </li> <li>Focus groups:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Older drivers</li> <li>DUI drivers</li> <li>Young drivers</li> </ul> </li> </ul>			

### 3.9.1 Vejtiltag

Vejtiltag kan grupperes på forskellige måder. Flere af de amerikanske kilder inddeler dem i (Cooner, Cothron og Ranft, 2004b; NCHRP, 2008, Zhou m.fl., 2012):

- Geometriske ændringer.
- Traditionelle skilt- og afmærkningstiltag.
- Innovative skilt- og afmærkningstiltag.
- ITS-tiltag (Intelligent transportsystem).

#### Valg og udformning af rampekryds (geometriske ændringer)

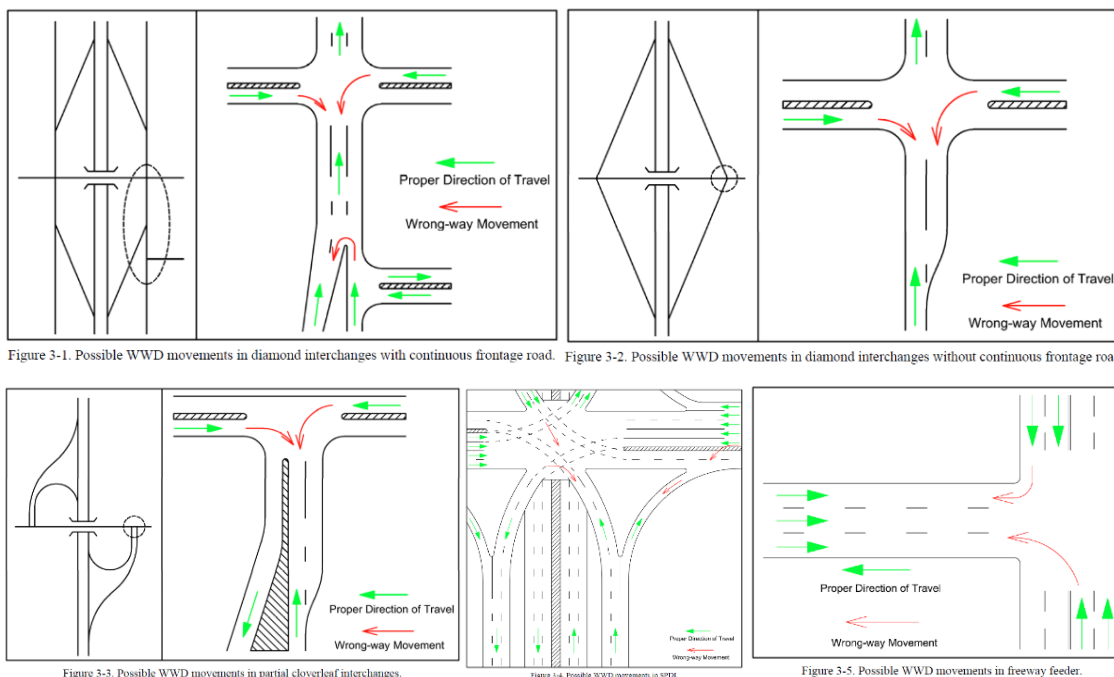
Overordnet valg og udformning af rampekryds har betydning for omfang af spøgelsesbilisme, og baseret på en gennemgang af amerikanske studier sammenfatter NTSB (2012) følgende:

- Fuld kløverbladanlæg har færrest spøgelsesbiler, og frakørselsramper på venstre side har flest.
- Delvise/ufuldstændige rampeanlæg har flere spøgelsesbiler end fulde anlæg.
- Frakørselsramper ved side af tilkørselsramper har et uforholdsmæssigt højt antal spøgelsesbiler.
- Ramper, som tilsluttes en skærende vej med trafik i begge retninger har uforholdsmæssigt højt antal spøgelsesbiler, og bør om mulig undgås.

- Anlæg med dårlig sigt har uforholdsmæssigt højt antal spøgelsesbilister.
- Anlæg i by har flere spøgelsesbilister end anlæg i åbent land.
- Ramper med afrundede hjørner ved tilslutning til skærende vej har flere spøgelsesbilister end tilslutninger med mere skarpe/vinkelrette hjørner.

Zhou og Pour-Rouholamin (2014) har også foretaget en gennemgang af tidligere amerikanske studier og konkluderer, at følgende fem kryds/rampetyper har højest risiko for ulykker med spøgelsesbilister (amerikanske navn), se figur 34:

- Diamond interchanges with continuous frontage roads.
- Diamond interchanges without continuous frontage roads.
- Parclo interchanges (Partial Cloverleaf interchanges).
- Single Point Diamond Interchanges (SPDI).
- Freeway feeders.



Figur 34. Fem kryds/ramper som har højest risiko for ulykker med spøgelsesbilister samt angivelse af rigtig og forkert kørevej (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).

Denne information, om hvilke rampeanlæg som har højest risiko for ulykker med spøgelsesbilister, er noget man kan inkludere ved valg og dimensionering af nye vej- og rampeanlæg. Store ændringer af eksisterende rampeanlæg vil derimod ofte være alt for dyrt, men mindre geometriske ændringer kan ofte være aktuelle.

Zhou og Pour-Rouholamin (2014) har en omfattende gennemgang af, hvilke mindre fysiske ændringer man kan gennemføre for disse fem rampekryds. Dette beskrives også af NTSB (2012), Zhou m.fl. (2012), Pour-Rouholamin og Zhou (2015) og Pour-Rouholamin m.fl. (2015b). Anbefalingerne omfatter tiltag som:

- Større/tydeligere separering af til- og frakørselsramper f.eks. via rekonstruktion af helleanlæg mellem ramperne.
- Gøre tilkørslen til tilkørselsramper lettere end til frakørselsrampen med større åbning til tilkørselsramper og justering af vinkler af tilslutning mellem ramper og skærende vej.



- Gøre forkert venstre- eller højresving fra skærende vej vanskeligere eller umulig via fysiske foranstaltning som helleanlæg og langsgående kanalisering, se figur 35.
- Forbedring af oversigtsforhold især fra skærende vej til tilkørselsrampe og fra frakørselsrampe til skærende vej.



Figur 35. Kanalisering for at undgå forkert venstresving (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).

I tillæg er skiltning og afmærkning relativt billigt at gennemføre (NTSB, 2012; Zhou m.fl., 2012; Zhou og Pour-Rouholamin, 2014), se de næste afsnit.

### Traditionel minimumsskiltning

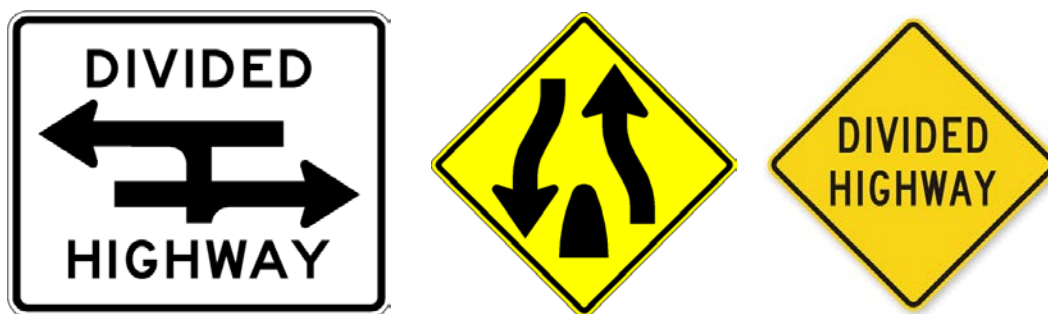
De fleste ulykker med spøgelsesbilister sker i forbindelse med, at trafikanter kører på motorvej via frakørselsramper (NTSB, 2012), og dette har derfor særlig opmærksomhed i USA. Ifølge "The Manual on Uniform Traffic Control Devices" (MUTCD) (FHWA, 2009) må frakørselsramper som minimum skiltets med ét "Do Not Enter" skilt, og kan suppleres med ét "Wrong Way" skilt og ét "One Way" skilt, se figur 36.



Figur 36. Minimum skiltning med tre skilte på frakørselsramper (NTSB, 2012), og et eksempel fra Californien på en kombineret skiltning med "Do Not Enter" og "Wrong Way" (Zhou m.fl., 2012).

"Do Not Enter" skiltet er det mest universelle og genkendelige skilt mod spøgelsesbilisme, og skiltet blev i 1964 første gang suppleret med et "Wrong Way" skilt. Kombinationen af disse to skilte er ofte brugt, og en gennemgang i 2004 af 28 amerikanske stater viser f.eks., at 27 bruger begge skilte på frakørselsramper. Skiltet med "One Way" bruges også ofte, og blandt de 28 stater er det 17, som angiver, at de bruger dette på frakørsler (Zhou m.fl., 2012). En nyere spørgeundersøgelse fra 2013 blandt 16 stater viser, at alle 16 stater bruger "Wrong Way" skilte på frakørselsramper, mens 9-12 stater også bruger det på andre aktuelle vejanlæg. "One Way" skilte bruges af 14 stater på frakørselsramper, mens 11-13 stater også bruger det på andre aktuelle vejanlæg (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).

Udover disse skilte bruges også forskellige skilte for "Divided Highway" og "Divided Highway Crossing" for at vise, at det er en motorvej/motortrafikvej, der man bare kan køre i den "ene retning" (FHWA, 2009), se figur 37.



Figur 37. "Divided Highway" / "Divided Highway Crossing" skilte (FHWA, 2009).

### Supplerende, innovativ skiltning og samlet skiltningsstrategi

Ældre førere er overrepræsenteret som spøgelsesbilister, og baseret på et studie af ulykker med spøgelsesbilister i 2000-2005 i North Carolina (Bramm, 2006), lavede man en såkaldt innovativ skiltningsstrategi med udvidet/innovativ skiltning for at prøve at minimere problemet med spøgelsesbilister, især ældre spøgelsesbilister. Denne er efterfølgende adopteret og brugt som inspiration for lignende strategier i flere andre stater som Californien og Ohio.

Sådanne strategier kan og omfatter typisk udvidet/supplerende skiltning i forhold til minimumskravet i form af flere skilte, større skilte, lavere placeret skilte og mere innovative tiltag som detektering og variable teksttavler. Strategier kan enten omfatte samlede standard "Wrong Way" skiltningspakke for problematiske ramper, som omfatter alle eller udvalgte elementer oplistet i det følgende eller bare enkeltstående supplerende tiltag.

Skiltestrategier eller supplerende skiltning omfatter typisk tiltag som (Cooner, Cothron og Ranft, 2004a, 2004b; Laurie m.fl., 2004; NCHRP, 2008; NTSB, 2012; Zhou m.fl., 2012; Zhou og Pour-Rouholamin, 2014, Saetern, 2015; FDOT, 2015):

- Flere "One Way", "Do Not Enter" og "Wrong Way" skilte, hvilket generelt (i 2013) bruges af otte af 16 forespurgte stater. Tiltaget kan f.eks. være:
  - "Do Not Enter" og "Wrong Way" skilte på samme skiltestang. En spørgeundersøgelse blandt 16 stater i 2013 viser, at det bare er én stat, som bruger to ens skilte på samme skiltestang som vist på figur 38, mens halvdelen bruger "Do Not Enter" og "Wrong Way" skilte på samme skiltestang på frakørselsramper (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).
  - "Do Not Enter" og "Wrong Way" skilte på begge sider af frakørselsrampen, dvs. at have supplerende skilte på venstre side i tillæg til det obligatoriske på højre side. Dette blev i 2013 brugt i 85 % af 16 forespurgte stater (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).
  - Supplerende sæt med "Do Not Enter" eller "Wrong Way" skilte på frakørselsrampe længere nede på rampen.
  - "Do Not Enter" og "Wrong Way" skilte på bagsiden af motorvej "Exit" skilte.
- "Do Not Enter" og "Wrong Way" skilte i lavere højde, se figur 39. Her må man dog være særlig opmærksom på vegetation, opmagasinering af sne langs vejen, parkerede biler, fodgængere mm., som kan reducere synligheden af skiltet. To skilte på samme stang giver fordelene af både høj og lav placering.
- "Freeway Entrance" eller "Freeway" skilte på hver side af tilkørselsramper. Dette bruges imidlertid sjældent (Zhou m.fl., 2012).
- "Keep Right" skilte i helleanlæg mellem til- og frakørselsrampe, når disse ligger ved siden af hinanden, se figur 40.

- Skilte med højre- og venstresvingsforbud på den skærende vej i rampekrydset, se figur 41. Dette blev i 2013 brugt i seks af 16 forespurgte stater (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).
- Større (oversized) ”Do Not Enter” og ”Wrong Way” skilte. En gennemgang af 28 stater i 2004 viste, at henholdsvis 55 % og 17 % brugte ”oversized” ”Do Not Enter” og ”Wrong Way” skilte (Zhou m.fl., 2012). En nyere gennemgang viste, at 77 % af 16 stater benytter dette (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).
- Overhængte skilte og blinkende lys, se figur 42.
- Højreflekterende skilte for større synlighed i mørke. Dette blev i 2013 benyttet af 15 % af 16 forespurgte stater (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).
- Rød reflekterende tape på bagside af ”Exit” skilte på frakørselsrampe eller på skiltestang, se figur 43. Dette blev i 2013 benyttet af 62 % af 16 forespurgte stater (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).
- Opsætning af røde kantstolper på hver side af frakørselsrampe.
- Oplysende ”Wrong Way” eller rødt stopblinksignal over skiltet som evt. blinker, når spøgelsesbilist detekteres, se figur 44 (se også senere afsnit). En gennemgang af 28 stater i 2004 viste, at 10 % benytter sådanne skilte (Zhou m.fl., 2012). En undersøgelse fra 2013 viste, at det er 8 %, som benytter dette (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).
- Installering af rød LED lys på kantstolper eller i asfalten på frakørselsrampen tættest på stoplinjen ved slutningen af rampen.
- Installering af skilte med varsel via lyd/sirener. Dette tiltag benyttes (2013) dog ikke i nogle stater (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).
- Tredimensionelt ”Do Not Enter” skilt, hvor den hvide stribe er malet over en tredimensional rød kegle, se figur 45.



Figur 38. Dobbelt skiltning med ”Do Not Enter” og ”Wrong Way” på begge sider af frakørselsrampe samt supplerende pil på frakørselsrampen (NTSB, 2012).



Figur 39. Brug af ”Do Not Enter” skilte i lavere højde (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).



Figur 40. ”Keep Right” skilt i helleanlæg mellem til- og frakørselsrampe (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).



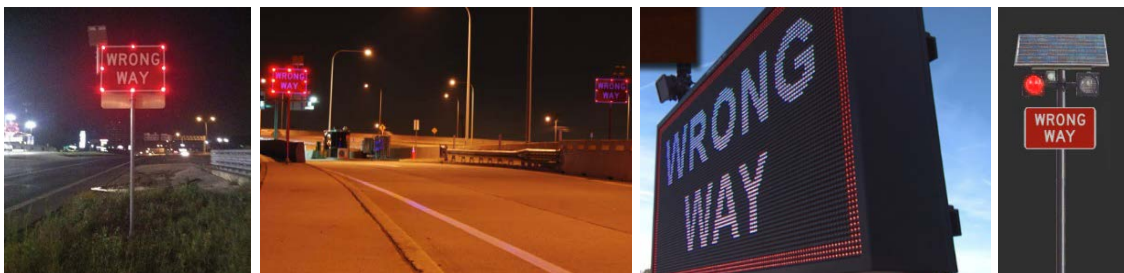
Figur 41. Skilt med venstresvingsforbud på skærende vej (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).



Figur 42. Overhængt "Wrong Way" skilte og blinkende lys (Cooner, Cothron og Ranft, 2004a).



Figur 43. Skilt med rød reflekterende tape på skiltestang (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).



Figur 44. Lysende "Wrong Way" skilte (ITS International, 2014; Zhou og Pour-Rouholamin, 2014; Cooner, Cothron og Ranft, 2004a).



Figur 45. Massachusetts 3D "Do Not Enter" skilt (Laurie m.fl., 2004).

### Traditionel og innovativ vejafmærkning

Supplerende vejafmærkning kan omfatte (Cooner, Cothron og Ranft, 2004a, 2004b; NCHRP, 2008; NTSB, 2012; Zhou m.fl., 2012; Zhou og Pour-Rouholamin, 2014):

- Supplerende, større (længere og bredere) eller rød/hvid malet pile på frakørselsrampen. Ifølge en gennemgang af 28 stater i 2004 er der 24 %, som bruger pile på alle frakørselsrampen, og 28 % som bruger pile på udvalgte ramper, dvs. ramper hvor der er problemer med spøgelsesbilisme. En nyere undersøgelse finder, at 11 af 16 forespurgte stater bruger sådanne pile på frakørselsrampen (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).
- Pile med tilladt højre- og venstresving på den skærende vej i rampekryds.
- Gule kantlinjer på venstre side og hvide kantlinjer på højre side på f.eks. ramper, se figur 46-figur 48.

- Gennemført stoplinje på frakørselsrampe.
- Fortsættelse af midt- og sidelinjen delvis gennem krydset på den skærende vej.
- Udvidelse af spærreflade ved rampens tilslutning til skærende vej, samt opmærket linjer i rampekryds, som guider trafikanterne til at foretage rigtig manøvre ved sving fra skærende vej, se figur 46.
- Særlig reflekterende afmærkning/ materiale for at øge synligheden i mørke. Ifølge spørgeundersøgelsen fra 2013 bruges dette af alle stater (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).
- Ophøjede købanereflektorer og lys, som lyser rødt, når man kører i forkert retning. Det kan f.eks. være pile eller linjer, og sådanne reflektorer kan også bruges i autoværn, se figur 47. 38 % af 28 undersøgte stater brugte i 2004 rød ophøjede reflektorer på motorvejsrampes, mens tallet for 2013 er 56 %.
- Særlig fokus på løbende drift og vedligeholdelse af afmærkning og ophøjede købanereflektorer, se figur 48.



Figur 46. Afmærkning af spærreflade og linjer i rampekrydset, som hjælper trafikanterne til at foretage rigtigt venstresving (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).



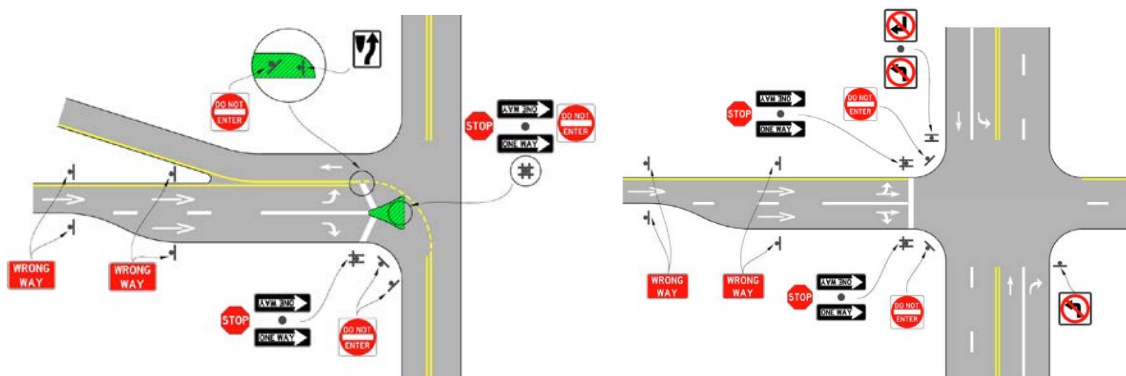
Figur 47. Reflektorer i købanen og i autoværn, som "lyser" rødt, når man kører i forkert retning (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).



Figur 48. Mangelfuld vedligeholdelse af ophøjede købanereflektorer (Cooner, Cothron og Ranft, 2004b).

## Samlet skilt- og vejafmærkningsplaner

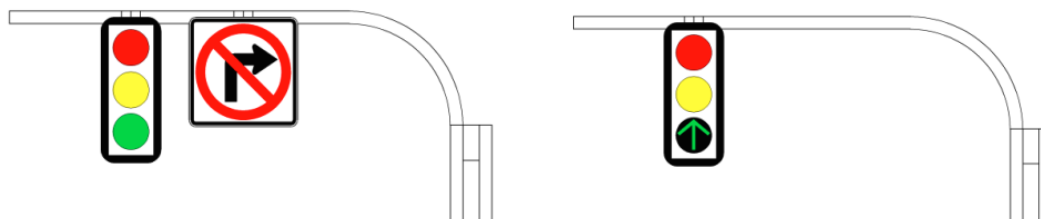
Zhou og Pour-Rouholamin (2014) anbefaler samlede skilt- og vejafmærkningsplaner for forskellige typer rampekryds baseret på de forrige beskrevne skilt- og afmærkningstiltag. Figur 49 viser eksempler på to sådanne planer.



Figur 49. Eksempler på skilt- og afmærkningsplaner for to rampekryds; parclo med balleanlæg og frakørselsrampe i diamond rampekryds (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).

## Signalregulering

I signalreguleringer på skærende vej angives svingforbud typisk med skilte med højre- eller venstresvingsforbud, men kan også angives med grøn pil, se figur 50. Observationer viser, at den grønne pil ofte giver et mere forståeligt budskab til trafikanterne (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014). En spørgeundersøgelse fra 2013 finder, at seks af 16 stater bruger grøn pil (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).



Figur 50. Angivelse af højresvingsforbud med skilt eller grøn signalpil (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).

## Vejbelysning

Der er en overrepræsentation af ulykker med spøgelsesbilister i mørke. NTSB (2012) angiver derfor vejbelysning omkring potentielle konfliktpunkter som et vigtigt tiltag. En spørgeundersøgelse fra 2013 blandt 16 stater viser, at det bare er én stat, som bruger ekstra vejbelysning ved sådanne lokaliteter (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).

## ITS-tiltag – detektering og advarsel

Mange amerikanske stater som San Diego, Washinton, New Mexico og Houston har helt tilbage til 1970'erne testet og benyttet forskellige systemer, som detekterer og advarer spøgelsesbilister, når de f.eks. kører ad forkert rampe, og nogle systemer advarer også andre bilister om, at en spøgelsesbilist er på vej mod dem.

Det findes mange varianter af tiltaget, men det kan sammenfattes, at detektering typisk sker over vejen via radar eller kamera eller i vejen via forskellige typer sensorer i vejen (induktive loop sensorer eller magnetiske sensorer). Advarsel sker typisk via digitale teksttavler, rødblinkende lys over/eller ved siden af vejen eksempelvis på "Wrong Way" skilte eller via løbelys i vejen, se figur 51. Ved systemer med kamera optager kameraet også hændelsen således, at man efterfølgende kan analysere denne i bestræbelser på at undgå sådanne hændelse eller evaluere tiltaget (Bramm, 2006; Zhou m.fl., 2012; Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).

En spørgeundersøgelse fra 2013 blandt 16 stater viser, at 1/4 bruger forskellige ITS-tiltag til at detektere og advare spøgelsesbilister (Zhou og Pour-Rouholamin, 2013).



Figur 51. Advarsel via skilte til spøgelsesbilister om, at de kører forkert vej og advarsel til andre bilister om, at en spøgelsesbilist er på vej mod dem (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).

Simpson og Bruggeman (2015) fra Arizona department of transportation (ADOT) har udviklet et overordnet forslag til detektering og advarsel om spøgelsesbilisme. Dette består af detektering, advarsel til spøgelsesbilist, underrettelse til trafikcenter og politi, løbende sporing af spøgelseskøretøjet på motorvejen, og advarsel til andre bilister som kører i den rigtige retning om spøgelsesbilisten. De anbefaler, at man arbejder videre med udvikling og implementering af et sådant system.

### Vejpiggeanlæg

Flere stater bl.a. Californien har i 1980'erne forsøgt at bruge vejpigge til at forhindre spøgelsesbilisme, men erfaringen er, at systemerne ikke fungerer hensigtsmæssigt. For det første punkterede hjulene ikke hurtigt nok til at undgå, at spøgelsesbilisterne kom ind på motorvejen. For det andet blev vejpiggen ødelagt af tunge køretøjer, og de beskadigede pigge ødelagde dæk på køretøjer, som kørte den rigtige vej eller medførte farlige situationer, hvis bilister, som kørte i rigtig retning, katastrofebremsede for at undgå at få beskadiget dækkene (Bramm, 2006; Zhou m.fl., 2012).

En spørgeundersøgelse blandt cheffejningeniører i 40 amerikanske stater i 1989 viser også, at ingen vil bruge dette tiltag (Copelan, 1989).

### Samlet pakke af tiltag

Det gælder generelt om at gøre det let for trafikanterne at skelne mellem til- og frakørselsramper via brug af en samlet pakke af tiltag bestående af geometriske justeringer, skiltning, afmærkning, belysning og ITS-tiltag (NTSB, 2012). I Florida er forskellige tiltagskombinationer testet på udvalgte lokaliteter i 2014-2015 (FDOT, 2015).

## 3.9.2 Køretøj- og trafikanttiltag

### Alkolås og lås mod stoffer

En høj andel af spøgelsesbilisterne er alkoholpåvirket, og alkolås, se figur 52, som gør det umuligt at starte bilen, hvis man er påvirket, er et muligt tiltag. Studier af ulykker med alkoholpåvirket spøgelsesbilister viser, at der er en overrepræsentation af bilister, som tidligere er dømt for kørsel under alkoholpåvirket tilstand. Man kan således starte med, at alkolås skal installeres i biler til tidligere dømte. Dette er obligatorisk i 17 amerikanske stater (2012). Men selvom tidligere dømte er overrepræsenteret, står de i absolutte tal for et begrænset antal ulykker, og det kan derfor på sigt være ønskelig med alkolås i alle biler (NTSB, 2012).



Figur 52. Alkolås (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).

Det er også flere spøgelsesbilister, som er påvirket af andre stoffer end alkohol, men andelen er mere usikker og NTSB (2012) anbefaler derfor, at man etablerer hensigtsmæssige standarder for testning af dette, og på sigt også for ”alkolås” som kan teste for andre stoffer end alkohol.

### **Navigationsanlæg som advarer om kørsel mod køreretningen**

Flere bilproducenter arbejder med at udvikle navigationsanlæg, som advarer føreren om, at man kører mod køreretningen (NTSB, 2012; Zhou m.fl., 2012).

### **Tiltag rettet mod ældre trafikanter**

Ældre er overrepræsenteret i ulykker med spøgelsesbilister samtidig med, at gruppen af ældre fører er voksende. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) anbefaler derfor, at man bør inkludere følgende i trafiksikkerhedsplaner (NTSB, 2012):

- Periodisk lægekontrol af ældre førere.
- Uddannelse af sundhedspersonale.
- Vejudformning tilpasset ældre førere.

## **3.9.3 Andre myndigheds- og planlægningstiltag**

### **Monitorering af spøgelsesbilisme**

Nogle amerikanske stater som Californien, Texas og Arizona har såkaldte ”Wrong Way Monitoring Programs”, der man via videokamera eller forskellige former for tælleapparater og sensorer overvåger spøgelsesbilisme. Dette gøres for at få information om sted, omfang og karakteristika af spøgelsesbilisme, som igen kan bruges til at sætte ind ”rigtig” tiltag på ”rette” sted (NTSB, 2012). Det kan også bruges til evaluering af tiltag, men dette har vi i begrænset omfang fundet eksempler på. Endelig kan det også bruges til i ”real time” at advare andre trafikanter om spøgelsesbilister.

### **Udpegning af farlige lokaliteter**

I tillæg til at identificere rampekryds med mange spøgelsesbilister via forskellige former for overvågning/tælling kan politiregistrerede ulykker bruges til udpegning af rampekryds med usædvanlige mange ulykker med spøgelsesbilister, og som derfor bør udbedres. Det såkaldte ”FHWA Highway Safety Improvement Program (HSIP)” (FHWA, 2014), indeholdte et projekt om udpegning af ramper med høj koncentration af ulykker med spøgelsesbilister, som blev benyttet i Californien (NTSB, 2012).

I programmet definerede man følgende udpegningskriterier (FHWA, 2008):

- 0,5 ulykker med spøgelsesbilister (alle alvorlighedsgrader) pr. mile pr. år og minimum tre ulykker med spøgelsesbilister i løbet af fem år, eller
- 0,12 dødsulykker med spøgelsesbilister pr. mile pr. år og minimum tre dødsulykker med spøgelsesbilister i løbet af fem år.

Der kan/skal i princippet foretages årlige udpegninger, analyser og forbedringer. På grund af at ulykker med spøgelsesbilister sker sjældent og sporadisk, er det imidlertid sjældent muligt at lave meningsfulde udpegninger, og mere generelle analyser og tiltag (mass action) kan ofte være mere nyttige. Sådanne generelle tiltag kan også omfatte ikke vejtekniske tiltag som information og kontrol (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).



Flere stater har sådanne WWD-programmer for udpegning og udbedring af problematiske steder. I tillæg til Californien gælder det Texas, Illinois, Michigan og Arizona (Cooner, Cothron og Ranft, 2004b; Zhou og Pour-Rouholamin, 2014).

Der sker som tidligere beskrevet få ulykker med spøgelsesbilister, så udpegning af farlige lokaliteter baseret udelukkende på ulykker kan derfor være vanskelig. Rogers m.fl. (2016) har derfor udviklet udpegningsmodeller, hvor man også inkluderer observerede hændelser, alarmopkald til politiet samt karakteristika ved vej/krydstype og udformning. Modellerne er benyttet til udpegning af farlige lokaliteter (hot spots) i det sydlige Florida.

### **Trafiksikkerhedsrevision, inspektion og udbedring af rampekryds**

FHWA (2013) har udviklet en egen tjekliste for trafiksikkerhedsrevision af planlagte vejanlæg med særlig fokus på spøgelsesbilisme. En vigtig point er, at der er en overrepræsentation af påvirkede fører, ældre førere og ulykker i mørke og disse menneskelige og miljømæssige forhold er noget, som revisionsteamet må være særlige opmærksomme på. Tjekpunkterne er inddelt i følgende fem grupper:

- Formål og funktion af vej samt kendetegn ved trafik og trafikanter.
- Vejudformning.
- Skilte og vejafmærkning.
- Forhold på forskellige tidspunkter på dagen.
- Forhold på forskellige tidspunkter på året og andre midlertidige forhold.

Udover trafiksikkerhedsrevision foretager mange regioner periodisk trafiksikkerhedsinspektion af eksisterende rampekryds med sigte på at afdække, om der findes fejl eller mangler ved skiltning, afmærkning mm., som kan medvirke til, at spøgelsesbilisme opstår, og på denne baggrund foretage tiltag som ny- eller reafmærkning og/eller flytning, udbygning og opsætning af nye skilte. Dette kan enten være for alle ramper eller for udvalgte ramper, hvor der er observeret spøgelsesbilister eller registreret ulykker med spøgelsesbilister (NTSB, 2012; Zhou m.fl., 2012).

Flere stater har udviklet deciderede tjeklister for sådanne inspektioner som, såkaldte ”Wrong Way Field Inspection Checklists”. Disse omfatter, hvad man bør se på og potentielle tiltag (NTSB, 2012; Zhou m.fl., 2012). I Texas har man f.eks. udviklet en tjekliste med særlig fokus på skilte og vejafmærkning (Cooner, Cothron og Ranft, 2004b).

En inspektion af 450 motorvejsramper i 2010 i staten New York medførte f.eks., at 1.500 skilte blev flyttet/opsat og afmærkning af pile på ramper, som var blevet reasfalteret (NTSB, 2012; Zhou m.fl., 2012).

FDOT (2015) har foretaget en gennemgang af ulykker med spøgelsesbilister i 2009-2013 og på denne baggrund valgt at foretage inspektion af 40 lokaliteter. Her blev der fundet fejl og mangler relateret til skiltning, afmærkning, belysning, vejudformning og vedligeholdelse, og foreslået tiltag.

### **Politikontrol**

En høj andel af spøgelsesbilisterne er påvirket, og Zhou m.fl. (2012) beskriver derfor politikontrol af promille (og andre stoffer) langs vejen som et tiltag mod spøgelsesbilisme.

### **Stop af spøgelsesbilister af politi**

Når en spøgelsesbilist opdages kan man prøve at advare andre bilister via f.eks. tekstertavler med variabelt tekst, radio, navigationsanlæg, og man kan samtidig prøve om politiet kan standse spøgelsesbilisten. Dette er imidlertid risikabelt og kan sætte både politi

og andre trafikanter i fare. Politiet kan bruge samme metoder, som de bruger i ”normal” politiefterfølgelse, dvs. (NTSB, 2012; Zhou m.fl., 2012; Zhou og Pour-Rouholamin, 2014):

- Køre ved siden af spøgelsesbilist i rigtig køreretning/vejside og prøve at få spøgelsesbilistens opmærksomhed ved brug af sirene, blåblik og projektører, og dermed få spøgelsesbilisten til at stoppe.
- Brug mobile systemer med vejpigge, som kan punktere dækkene.
- Advarsel til og/eller standsning af ”modkørende” trafik f.eks. ved motorvejtilkørsler, tunneler og bompengestationer.
- Brug en politibil som en stationær eller bevægende vejspærring.
- Presse køretøjet mod autoværn med politibil.

Det påpeges, at flere af disse metoder lyder lidt ”dramatiske” i en dansk kontekst.

### 3.10 Vejtiltag i Canada

#### Skiltning

I Canada bruger man som i USA ”Wrong Way” skiltet, men suppleret med underteksten ”Go Back” eller standard symbolet for ”Indkørsel forbudt”; en rød cirkel med hvid stribe malet over (som i Danmark). Nogle gange er ”Fejl vej” både skrevet på engelsk og fransk, se figur 53. Der er ikke fundet nogle data om omfang af skiltning eller erfaringer med disse i Canada.



Figur 53. Canadiske skilte med ”Forkert vej” (Seton, 2016; Dreamstime, 2016; Alamy, 2016).

#### Afmærkning på motorvej

I nogle distrikter i Canada som f.eks. Ontario opmærkes kantlinjer i venstre side af motorvejen med gult som i Norge. Hermed kan man se, at man kører i rigtig retning, når man har den gule stribe på venstre side og eventuelt kører i forkert retning, hvis man har den på højre side af køretøjet (MTO, 2016), se figur 54.



Figur 54. Afmærkning af gul linje (Wikipedia, 2016b).

### 3.11 Vejtiltag i Australien

#### ”Indkørsel forbudt” skiltning

I Australien bruger man som i f.eks. Danmark, Norge, Holland og USA ”Indkørsel forbudt” skilte ved frakørselsramper, enten med teksten ”Wrong Way - Go Back” (som i Canada) eller med traditionelt rødt skilt med hvid stribe malet over (som i Danmark) med

underskiltet med teksten ”No Entry”. Der bruges både statiske og dynamiske skilte, se figur 55 (Cooner, Cothron og Ranft, 2004a; Zhou m.fl., 2012). Som i mange andre lande bruges der også flere skilte på begge sider af rampen som et tiltag mod spøgelsesbilisme, se figur 56. Det påpeges, at dynamisk skiltning er særlig vigtig i forbindelse med reversibel kørefelt, hvor risikoen for spøgelsesbilisme kan være særlig stor.



Figur 55. Statisk og dynamisk ”Indkørsel forbudt” skiltning (Cooner, Cothron og Ranft, 2004a).



Figur 56. Supplerende ”Indkørsel forbudt” skiltning (Tallgirltales, 2016).

### Skiltning med venstre kørsel

Australien er et af flere lande, hvor man kører i venstre side af vejen. De fleste er vant til at køre i højre side af vejen, og når folk fra lande med højrekørsel er på besøg i lande med venstrekørsel er der risiko for, at de kommer til at køre i forkert side af vejen, dvs. bliver spøgelsesbilister. Dette gælder selvfølgelig også, når folk rejser den modsatte vej fra lande med venstrekørsel til lande med højrekørsel. For at prøve at reducere dette problem, findes der en række skilte, som skal minde om venstrekørsel, se figur 57.



Figur 57. Skilte, som skal påminde om venstrekørsel i Australien og andre lande (Wikipedia, 2016d).

## 3.12 Vejtiltag i New Zealand

### Skiltning

I New Zealand bruger man samme ”Wrong Way – Go Back” skilte som i Australien, se figur 58 (Baisyet og Stevens, 2015).

## ITS-tiltag – detektering og advarsel

I 2011-2012 installerede Auckland Motorway Alliance (AMA) videodetektering på to motorvejsramper (Newton Road og Union Street). Formålet var både at kunne filme og analysere hændelserne og at advare bilisterne om, at de kører i forkert retning via blinkende lys på "Wrong Way – Go Back" skilte, se figur 58. Skiltene er drevet via solcellepaneller (Baisyet og Stevens, 2015).



Figur 58. "Wrong Way" skilte i Auckland med blinkende lys (Baisyet og Stevens, 2015).

## Værktøjskasse med vejtiltag

Baseret på en gennemgang af udenlandske kilder og befaring af motorvejsramper har AMA lavet en "toolbox" bestående af følgende 17 forskellige tiltag, som kan bruges for at løse problemerne med spøgelsesbilister (Baisyet og Stevens, 2015):

1. *Højde*: Lavere placerede skilte.
2. *Tydeligbed*: Mere tydelige skilte, som er større, belyste og har forklaring på hvad man må gøre som f.eks. "Go back".
3. *Placering*: Rigtig placering af skilte, især med svingforbud fra skærende vej således de er mest mulige synlige.
4. *Forståelse*. Brug af skilte med pildiagrammer, som er lettere at forstå/tolke.
5. *Forstyrrende skilte*: Placere skilte til andre trafikanter således, at de ikke kan ses af bilister, som kører i forkert retning på frakørselsrampen.
6. *Signalregulering*: Brug signalpil i stedet for skilte med svingforbud.
7. *Rød skilteskov (sea of red)*: Brug flere røde skilte som tydeligt viser, at der er "Indkørsel forbudt".
8. *Overhængte skilte*: Overhængte skilte med tydelig pil/retningsangivelse.
9. *Afmærkning*: Afmærkning af pile på ramper.
10. *Afmærkning*: Afmærkning af pile i vejbanen på skærende vej.
11. *Genafmærkning*: Løbende vedligeholdelse af afmærkning, især stoplinje på frakørselsrampen.
12. *Helleanlæg*: Udform og placere helleanlæg på skærende vej således, at forkert svingmanøvre bliver vanskelig/umulig.
13. *Fysisk separation*: Fysisk adskillelse af køreretningerne på ramper med tilstødende til- og frakørsel.
14. *Kurveradier/ kantsten*: Udform kurver i kryds således, at de ikke ligger op til at køre forkert.
15. *Afmærkning*: Forsættelse af midt- og sidelinjen delvis gennem krydset på den skærende vej.
16. *Lokale sideveje/ indkørsel*: Hvis det er sideveje brug rumlelinjer på motortrafikvej for at undgå, at folk kommer over i forkert side fra sidevej.
17. *Placering af diagramskilte*: Hensigtsmæssig placering af diagrammer således de stemmer overens med krydset udformning og ikke kan misforstås.

### 3.13 Vejtiltag i Japan

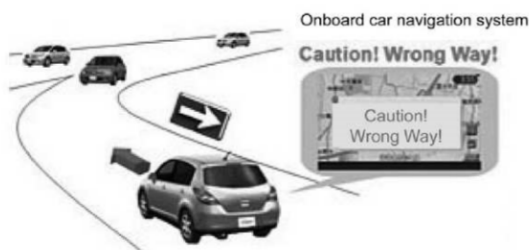
#### Skiltning og afmærkning

I Japan bruger man også traditionelle “Indkørsel forbud” skilte ved frakørselsramper og rasteplasser. Dette suppleres med brug af ekstra store skilte, ekstra mange skilte, overhængte skilte på skilteportaler samt ekstra belyste skilte til forbedring af synligheden i mørke. Vejbelysning i rampekryds beskrives også som et tiltag. Pilafmærkning i vejbanen benyttes også. Endelig benyttes forskellige fysiske foranstaltninger som gummistolper for at adskille køresporene på tosporede ramper (rubber post partial dividers) (ITARDA, 2002; Zhou m.fl., 2012; Xing, 2015).

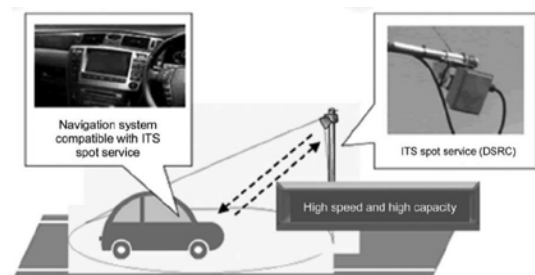
#### ITS vej- og køretøjtiltag

Ifølge Xing (2015) er der i Japan foretaget forsøg med følgende tre ITS-systemer til at detektere og advare spøgelsesbilister:

- Detektering af spøgelsesbilister via forskellige radarsystemer (mikrobølger, infrarød, ultralyd, fotoelektrisk) med øjeblikkelig advarsel til aktuel spøgelsesbilist via variable teksttavler (Variable message signs, VMS) med blinkende lys. I tillæg bliver hændelsen optaget med videokamera. Systemet blev testet i 2008 på 24 lokaliteter og implementeret på over 1.000 rampekryds i 2009-2010.
- En bilproducent og en motorvejsmyndighed har i 2011 indført et navigationsanlæg, som advarer spøgelsesbilisten om, at vedkommende kører mod køreretningen (såkaldt Wrong Way Navigations Alert System). Systemet er baseret på GPS, digitale kort, målt fart mm., se figur 59.
- Vej til bil kommunikation/advarselssystem (Road-to-vehicle) via såkaldt DSRC (dedicated short-range communications), se figur 60.



Figur 59. Navigationsanlæg, som advarer spøgelsesbilisten (Xing, 2015).



Figur 60. Vej til bil kommunikation, som advarer mod spøgelsesbilisme via DSRC (Xing, 2015).

### 3.14 Sammenfatning

#### 3.14.1 Overordnet kategorisering af tiltag

Gennemgangen af benyttede tiltag mod spøgelsesbilister viser, at der findes forskellige måder at gruppere disse på som f.eks. ”de 4 E’s” (engineering, education, enforcement og emergency response). Tiltagene omfatter dog mere end dette, og gennemgangen viser, at der findes og benyttes tiltag indenfor følgende fem overordnede grupper af tiltag:

1. Registrering, udpegning og analyse.
2. Vejtiltag.
3. Trafikanttiltag.
4. Køretøjtiltag.
5. Beredskab og redningstjeneste.

Nedenfor beskrives tiltagene separat under hver tiltagsgruppe, men ofte er det kombinationer af tiltag fra de forskellige grupper/undergrupper, som gennemføres.

### 3.14.2 Registrering, udpeging og analyse

En forudsætning for at kunne vurdere, om der i det hele taget skal implementeres tiltag, hvilke type tiltag som skal implementeres, hvor de skal implementeres og effekten af disse, hvis de bliver implementeret, er, at man har data om:

- Omfang og kendetegn ved spøgelsesbilisme.
- Omfang og kendetegn ved ulykker med spøgelsesbilisme.
- Kendetegn ved spøgelsesbilisterne og vejanlæggene.

Dette gælder for alle type tiltag, både stedbundne vejtiltag, ikke stedbundne, generelle vejtiltag (mass action) og ikke vejtiltag som kampagner og kontrol.

Registrering omfatter:

- *Monitorering af spøgelsesbilister* via videokamera eller forskellige former for tælleapparater og sensorer i vejen. Det kan også være en samlet oversigt over alarmopkald til politi. Udover at give information om sted, omfang og karakteristika af spøgelsesbilisme kan sådanne registreringer også bruges til advarsel i ”real time” om spøgelsesbilisme.
- *Registrering af ulykker* med spøgelsesbilister, hvilket allerede gøres i de fleste ulykkesregistre.

Derudover kan man tænke sig såkaldt crowdsourcing til registrering af hændelser og problematiske steder (Indrapportering fra trafikanter m.fl. om problemer via f.eks. interntbaserede systemer, se f.eks. ”<http://www.fiksgatami.no/report/9818>”).

Crowdsourcing er dog ikke behandlet i denne rapport. Der henvises til Sørensen og Hanssen (2011) om, hvad crowdsourcing er, og hvordan det kan bruges i forbindelse med trafiksikkerhedsarbejde.

Udpeging omfatter, som normal sortpletudpeging eller ulykkesmodellering, metoder til udpeging af problemlokaliteter eller type af problemlokaliteter som:

- *Ulykkesbaseret udpeging* af steder med absolut eller relativt mange ulykker med spøgelsesbilister. Idet sådanne ulykker er sjældne og ofte spredt udover vejnettet er det ofte vanskeligt.
- *Udvidet / omfangsbaseret udpeging*, hvor man udover ulykker også inkluderer registreret omfang af spøgelsesbilisme via overvågning, alarmopkald og evt. crowdsourcing.
- *Model / ikke ulykkesbaseret udpeging*, hvor man også inkludere kendetegn ved vejudformning og trafik.

Analyse omfatter normalt følgende discipliner, som man også generelt benytter i trafiksikkerhedsarbejdet:

- *Trafiksikkerhedsrevision* af planlagte vejanlæg med særlig fokus og tjeklister for risiko for spøgelsesbilisme.
- *Trafiksikkerhedsinspektion* af eksisterende vejanlæg med særlig fokus og tjeklister for risiko for spøgelsesbilisme.
- *Ulykkesanalyse* af ulykker på problemlokalitet a la sortpletanalyse.
- *Generelle ulykkesanalyser* af ulykker med spøgelsesbilister.

### 3.14.3 Vejtiltag

Vejtiltag er fokus for denne gennemgang, og der findes og benyttes mange tiltagsvarianter i kampen mod spøgelsesbilisme. Tiltagene kan på forskellige måde inddeles i forskellige grupper f.eks.:

- Valg af rampe/krydstype.
- Geometriske/fysiske ændringer, inklusiv belysning.
- Traditionel/statisk/fast skiltning og afmærkning, inklusiv signalregulering.
- Innovativ/dynamisk/variabel skiltning og afmærkning (ITS-tiltag).
- Drift og vedligeholdelse.

#### Valg af rampe/krydstype

Mange generelle ulykkesanalyser viser, at nogle rampekryds er mere udsatte for ulykker med spøgelsesbilister end andre. Denne information er noget, man kan inkludere ved valg og dimensionering af nye vej- og rampeanlæg, men ofte ikke noget man kan bruge ved eksisterende anlæg, da det vil være alt for omfattende og dyrt at ændre anlægget fra en type til en anden.

#### Geometriske/fysiske ændringer

Mindre geometriske ændringer, som også benyttes i forbindelse med sortpletarbejde, kan derimod være aktuelle. Her er hovedformålet generelt at gøre det lettere for trafikanterne at vælge den rigtige rampe ved tilkørsel til motorvejen og vanskelig at vælge den forkerte vej til motorvejen. Dette omfatter:

- Fysisk separering af til- og frakørselsramper, men også mulighed for at skifte fra den ene til den anden, hvis man er kørt forkert.
- Lettere tilkørsel til tilkørselsramper via større åbning og bedre vinkel på skærende vej.
- Udform kurver i kryds således, at de ikke ligger op til at køre forkert.
- Gøre forkert venstre- eller højresving fra skærende vej til frakørselsrampe vanskeligere eller umulig via fysiske foranstaltning som helleanlæg og langsgående kanalisering.
- Forbedring af oversigtsforhold.
- Tydeliggøre at det er en ensrettet vej således, at bilister ikke laver U-sving.
- Vejbelysning eller forbedret vejbelysning på problemlokaliteter.
- Vejpiggeanlæg.
- Bomme.

#### Traditionel/statisk/fast skiltning og afmærkning

Skiltning omfatter minimum eller supplerende skiltning på rampe og på skærende vej:

- Flere af de samme skilte f.eks. ”Indkørsel forbudt” skilte, dvs. på begge sider af rampe/vej og flere gange på rampen (spøgelsesport).
- Flere forskellige skilte som ”Indkørsel forbudt”, ”Fejl vej”, ”Ensrettet vej” og ”Den østrigske hånd” på fælles og/eller egne skiltestænger og/eller på bagside af ”Exit” skilte på frakørselsrampen (rød skilteskov).
- Skilte med tydelig farve/baggrundsmarkering (gul og rød), samt brug af højreflekterende/fluorescerende skilte for større synlighed i mørke.

- Tredimensionelt skilt, f.eks. hvor den hvide stribe er malet over en tredimensional rød kegle.
- Rød reflekterende tape på bagside af ”Exit” skilte på frakørselsrampe eller på skiltestænger.
- Skilte med både symboler og tekst, og tekst på forskellige sprog.
- Pildiagramskilte, som giver bedre vejledning og som er lettere at forstå.
- Skilte i overstørrelse.
- Lavere placerede skilte.
- Højere placerede skilte (overhængte).
- Ændret placering og drejning på skilte, som gør, at de skilte man skal se er mere synlige/tydelige, og de skilte man ikke skal se er mindre synlige.
- Flere skilte på tilkørselsrampe, som tydeliggør at dette er en tilkørselsrampe som f.eks. ”Motorvej” og ”Start på motorvej”.
- Skilt med påbudt køreretning i helleanlæg mellem til- og frakørselsrampe, når disse ligger ved siden af hinanden, evt. i overstørrelse.
- Skilte som viser, at det er venstrekørsel (i lande som har dette).
- Skilte med højre- og venstresvingsforbud på den skærende vej i rampekryds.
- Røde kantstolper eller kantstolper med rød LED lys på hver side af frakørselsrampe.
- Brug af skiltet som viser et køretøj, som kører mod den tilsigtede køreretning (dynamisk).
- Skiltning af vejpiggeanlæg.
- Brug af grønne pile i signaregulering.
- Supplere statiske skilte med blinkende rødt lys (stopblinksignal) over eller under, som lyser/blinker generelt eller ved detektering af spøgelsesbilist (spøgelsesblink) (se også dynamiske skiltning).
- Supplere statiske skilte med varsel via lyd/sirener.

Afmærkning omfatter minimum eller supplerende afmærkning på rampe og på skærende vej i rampekryds:

- Afmærkning af pile på rampen, evt. i overstørrelse, i andre farver og i særlig reflekterende materiale.
- Gul midtafmærkning, dvs. på venstre side på motorveje og ramper.
- Tredimensionel afmærkning med f.eks. teksten ”Stop” på ramper (benyttes bare i Danmark).
- Afmærkning af pile med tilladt højre- og venstresving på den skærende vej.
- Gennemført stoplinje på frakørselsrampe.
- Forsættelse af midt- og sidelinjen delvis gennem krydset på den skærende vej.
- Udvidelse af spærreflade ved rampens tilslutning til skærende vej, samt opmærket linjer i rampekryds, som guider trafikanterne til at foretage rigtig manøvre ved sving fra skærende vej.
- Særlig reflekterende afmærkning/materiale for at øge synligheden i mørke.
- Ophøjede, røde kørebanereflektorer og lys, som lyser rødt, når man kører i forkert retning. Det kan f.eks. være pile, som viser køreretning eller linjer på tværs. Sådanne reflektorer kan også bruges i autoværn.

Dertil kommer samlede skilte- og afmærkningsplaner/pakker på problematiske ramper/rampetyper, som omfatter nogle af alle disse skilte- og afmærkningstiltag. I tillæg



kan det nævnes, at udformingen af vejvisningsskilte kan have stor effekt ved, at misvisende skilte kan bidrage til, at førere kører forkert eller overser afkørsler.

Svækkede førere (alder, sygdom og påvirket) er overrepræsenteret i ulykker med spøgelsesbilister og vejskilte og -afmærkning bør derfor testes og designes til netop sådanne førere.

### **Innovativ/dynamisk/variabel skiltning og afmærkning (ITS-tiltag)**

Der findes mange varianter af dynamisk/variabel skiltning og afmærkning, men hovedprincippet er, at der foretages en detektering af spøgelsesbilister, og at der foretages forskellige former for advarsel.

Detektering kan foretages af systemer i, ved siden af eller over vejen:

- Videokamera.
- Doppler radar.
- Mikrobølge radar.
- Ultralyd radar.
- Infrarød radar.
- Fotoelektrisk radar.
- Termiske sensorer.
- Magnetiske/induktive loop sensorer.

Advarsel kan gives til spøgelsesbilist, andre trafikanter som kører i rigtig retning, til vejmyndighed/trafikcentral, til politi og/eller til radio/navigationsanlæg i form af:

- Digitale/dynamiske/variable teksttavler med forskellig tekst/symboler.
- Rødblinkende lys over eller under skilt placeret over/eller ved siden af vejen.
- Rødt lys/løbelys i vejbanen.

Ved systemer med kamera optager kameraet typisk også hændelsen således, at man efterfølgende kan analysere denne i bestræbelser på at undgå sådanne hændelse eller for at kunne evaluere tiltaget.

### **Drift og vedligeholdelse**

Inspektion viser, at eksisterende skilte og afmærkning ofte er misvedligeholdte og dermed mindre tydelige/synlige, hvilket især gælder i mørke. Disse skilte og afmærkning mister hermed sin, i udgangspunktet, potentielle gode effekt. Løbende/ forbedret drift og vedligeholdelse angives derfor flere steder som et vigtigt tiltag.

Løbende drift og vedligeholdelse omfatter også dynamiske skilte og afmærkning, som kan være særlig krævende.

Endelig omfatter det tiltag som beskæring af planter og lignende, som kan være med til at sikre gode oversigtforhold.

#### **3.14.4 Trafikant- og køretøjstiltag samt beredskab og redningstjeneste**

Hyppige risikofaktorer i ulykker med spøgelsesbilister er kognitivt svækkede førere (alder, sygdom og påvirket), og generel indsats overfor sådanne højrisikogrupper i form af kampagne, kontrol, uddannelse, ændring af færdselsregler osv. er derfor aktuel. Disse grupper er også højrisikogrupper i mange andre typer ulykker, og en sådan generel indsats overfor disse kan derfor også tænkes at have positiv effekt overfor andre ulykkestyper.

Køretøjstiltag omfatter tiltag som:

- Alkolås og lås mod andre stoffer.

- Navigationsanlæg, som advarer mod, at man kører mod køreretningen eller mod andre spøgelsesbilister i vejsystemet.
- Forskellige andre førerstøttesystemer som f.eks. læsning af skilte langs vejen.
- Selvkørende biler som på langt sigt sandsynligvis vil kunne eliminere eller i hvert fald reducere problemet med spøgelsesbilisme væsentligt. Førerstøttesystemer og selvkørende biler er ikke gennemgået i denne rapport.

Beredskab og redningstjeneste er også i begrænset grad behandlet i den gennemgæede litteratur, men flere påpeger, at det er vigtigt at have beredskabsplaner hos trafikmyndighed, trafikcentral og politi for, hvordan man skal reagere, dvs. hvordan man skal advare spøgelsesbilist og andre trafikanter, om og hvordan man evt. skal stoppe trafikanter, som kører i rigtig retning og hvordan politi evt. kan prøve at stoppe selve spøgelsesbilisten.

At prøve at stoppe spøgelsesbilist er imidlertid risikabelt og kan sætte både politi og andre trafikanter i fare, men politi kan f.eks. prøve at køre ved side af spøgelsesbilist i rigtig køreretning/vejside og prøve at få spøgelsesbilistens opmærksomhed ved brug af sirene, blåblik og projektører, eller man kan prøve at stoppe bilisten ved at bruge mobile sømmåtter eller forskellige former for barriere/vejspærring.

### **3.14.5 Brug af tiltag i de forskellige lande**

Der er generelt dårlig/ufuldstændig oversigt over hvilke tiltag som bruges, samt omfang i både antal og tidsrum. Gennemgangen viser imidlertid, at der er store fællestræk/overlap mellem hvilke tiltag, som bruges i de forskellige lande, og gennemgangen giver dermed en god bruttooversigt over hvilke tiltag, som findes og bruges i kampen mod spøgelsesbilisme.

## 4 Effekter og erfaringer

### 4.1 Trafiksikkerhed

Dette afsnit giver en oversigt over evalueringstudier af de forskellige tiltag, som er omtalt i rapporten. Resultaterne er opsummeret i afsnit 4.4.2 og metodiske aspekter ved studierne er diskuteret i afsnit 4.4.1.

#### Tiltag generelt, tiltagspakker og samlet handlingsplaner

Ifølge NTSB (2012) dokumenterede en undersøgelse fra Californien fra 1968, at tiltag generelt mod spøgelsesbilisme reducerede antal spøgelsesbilister med 60 % på motortrafikveje og med 70 % på motorveje.

Campbell og Middlebrooks (1988) har foretaget en før- og efterundersøgelse af en tiltagspakke på motorvejsfrakørsler i Atlanta på antal spøgelsesbilister. Tiltagspakken bestod af pilskiltning, lavere placerede ”Wrong Way” skilte, fuldrukken stoplinje i afslutningen af frakørselsrampen og gule kantsøm for at forbedre synlighed af langsgående vejafmærkning. Observationer viste, at antal spøgelsesbilister blev reduceret med over 97 % fra ca. 89 til to pr. måned.

Ifølge Braam (2006) har tiltag mod spøgelsesbilister historisk set haft blandede resultater i forskellige stater, dvs. både positive og negative effekter. Et ”problem” er i tillæg, at det er alt for få og tilfældige ulykker til at kunne måle en positiv effekt. Braam (2006) uddyber ikke, hvad som menes med positive og negative effekter, og hvad dette er baseret på.

Med udgangspunkt i en gennemgang af ulykker og ulykkesfaktorer vurderer Topolsek (2007), at forbedret/korrekt vejafmærkning kan reducere antal ulykker med spøgelsesbilister med ca. 36 %, at forbedret/korrekt skiltning kan reducere antal ulykker med spøgelsesbilister med ca. 49 %, at rekonstruktion af rampeanlæg kan reducere antal ulykker med spøgelsesbilister med ca. 66 % og at en samlet tiltagspakke med forbedret både skiltning og afmærkning samt fysiske tiltag kan reducere antal ulykker med spøgelsesbilister med ca. 70 %. Det påpeges, at disse talestimater ikke er baseret på effektstudier af de nævnte tiltag.

NTTA (2009) beskriver, at en kombination af fysiske tiltag (engineering), kontrol mod kørsel under påvirket tilstand (enforcement) og informationskampagner (education) kan tænkes at reducere antal ulykker med spøgelsesbilister.

Der findes ingen ”standardløsning”, som kan bruges på alle lokaliteter (one-size-fits-all-solution). Ifølge Zhou m.fl. (2012) er det derfor afgørende for at få positiv effekt, at vejmyndighederne analyserer de aktuelle problemlokaliteter således, at de kan vælge tiltag, som er målrettet mod de aktuelle fejl, mangler og u hensigtsmæssigheder ved den aktuelle lokalitet. Eksempler på manglende effekt af nogle tiltag kan således tænkes at hænge sammen med, at de ikke adresserer den aktuelle problemstilling ved lokaliteten.

Ponnaluri (2016b) beskriver med udgangspunkt i Florida en samlet tilgang/policy for arbejdet med trafiksikkerhed relateret til spøgelsesbilister. Han beskriver, at der findes flere virkningsfulde tiltag, men at man opnår den bedste effekt, hvis det er hele vejmyndighedens sikkerhedskultur, som ændres, og at man sætter samlet ind med tiltag rettet mod både vejudformning, uddannelse og kontrol (engineering, education, enforcement).

## Geometriske / fysiske tiltag

På en dobbeltrettet rampe på Wycliff Avenue i Dallas var der problemer med, at bilister kørte ind ad frakørselsrampen, når de foretog venstresving fra den skærende vej. For at undgå dette blev der anlagt en fysisk barriere, som gjorde forkert venstresving vanskelig. I førperioden (2010) var der to hændelse på 1 år, og i efterperioden (2011-2012) har der ikke været nogle hændelse på to år (Ouyang, 2013). Bemærk, at der er tale om meget små tal.

Analyse, inspektion og forbedring af 161 rampeanlæg i Michigan har medført, at der i efterperioden ikke er registreret ulykker med spøgelsesbilister i disse (Morena og Ault, 2013; Pour-Rouholamin m.fl., 2015a). Det er uklart, hvor lang før- og efterperioden er, og hvor mange ulykker der skete i før-perioden.

## Skiltning generelt

I Virginia har man i midten af 1970'erne foretaget en før- og efterundersøgelse af "Divided Highway Crossing" skiltet, hvor man satte skiltet op i alle kryds på rute 29. Antal spøgelsesbilister blev talt i tre år før og syv måneder efter skiltene blev sat op. I førperioden blev der talt ni spøgelsesbilister og i efterperioden (som dog var noget kortere end førperioden) blev der ikke observeret en eneste spøgelsesbilist (Vaswani, 1977).

Normal standard "Do Not Enter" skiltning medvirker i sig selv til at reducere antal spøgelsesbilister, og mange amerikanske trafikingeniører mener ifølge Moler (2002), at standard skiltningen i henhold til MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Devices) er tilstrækkelig.

Supplerende "Do Not Enter" og "Wrong Way" skiltning samt supplerende afmærkningstiltag på Dallas North Tollway gav ifølge NTTA (2009) en reduktion i antal ulykker med spøgelsesbilister.

En amerikansk simulatorstudie viser også, at supplerende skiltning er bedre til at "stoppe" spøgelsesbilister end minimumsskiltningen (Boot m.fl., 2016). Studiet omfatter 120 unge og ældre førere, og i fire tilfælde kørte de forkert. Alle disse fire situationer opstod, når rampen var minimumsskiltet.

Skilt- og afmærkningspakken i Vestfold og andre regioner i Norge med supplerende skiltning af "Indkørsel forbud" og en tidligere version af "Den østrigske hånd" har ifølge Statens vegvesen (2010) reduceret omfanget af spøgelsesbilisme, men størrelse af reduktion angives ikke. Ifølge samme kilde forventes det, at sådanne tiltagspakker vil have "meget god effekt".

En analyse af 15 ulykker med spøgelsesbilister i Norge (Statens vegvesen, 2010) viser, at ingen af spøgelsesbilisterne havde kørt ind på vejen på en rampe med tiltag udover "Indkørsel forbud" skilt, og i nogle tilfælde var der ingen sådanne skilte i det hele taget.

Ifølge SWOV (2009) gik antal ulykker med spøgelsesbilister meget ned i Holland efter, at alle frakørselsramper i 1981 blev skiltet med "Indkørsel forbudt" og underskiltet "Kør tilbage". Ulykkestallet gik videre ned efter, at mange frakørselsramper blev udstyret med skilte med fluorescerende gul baggrund. Man kan imidlertid ikke udelukke, at ulykkesreduktionen skyldes tilfældige ændringer, som kan være store, når der ikke er mange ulykker.

Et studie, som er gennemført ved en rundkørsel i Norge, hvor rigtig mange bilister kører ud af rundkørslen via indkørslen til rundkørslen (Sørensen, 2011), tyder på, at den fysiske udformning har større effekt end skiltning og afmærkning. Normal skiltning og afmærkning kan derfor ikke forventes at have stor effekt, hvis den fysiske vejudformning er meget misvisende. Dette vil også gælde ved motorvejsramper.

Sandt m.fl. (2016) har foretaget en spørgeundersøgelse blandt 900 tilfældige bilister i Florida om forståelse/tolkning af og præferencer for forskellige skilte, afmærknings- og

IITS-tiltag. Undersøgelsen viser, at kun 44 % har rigtig forståelse/tolkning af ”Indkørsel forbud” skiltet (en rød cirkel med hvid stribe malet over) uden tekst. Et sådan skilt uden tekst er ikke et standard skilt i USA.

### **Lavere placeret skilt**

Det blev i 1973 i Californien fundet at lavere placering af ”Do Not Enter” og ”Wrong Way” skilte havde en positiv effekt mht. at reducere antal spøgelsesbilister. Antallet blev i alt reduceret fra 50-60 til 2-6 spøgelsesbilister pr. måned på problemramperne. På de fleste ramper blev problemet helt elimineret (Leduc, 2008; Zhou m.fl., 2012).

I 2011-2012 foretog North Texas Tollway Authority (NTTA) forsøg med lavere placerede skilte på 28 lokaliteter. Ouyang (2013) angiver, at der blev færre spøgelsesbilister på nogle lokaliteter, men at der stadigvæk var (for mange) spøgelsesbilister. Vi har desværre ingen konkrete værdier for størrelsen af ændringen.

Forklaringen på at lavere skilte kan medføre færre spøgelsesbilister er, at sådanne skilte er mere synlige i mørke, hvor der er en overrepræsentation af spøgelsesbilister, da de i større grad bliver lyst op af bilernes lygter. I tillæg gør det også skiltene mere synlige for påvirkede og ældre fører (som også er overrepræsenteret), idet de har tendens til i større grad at følge vejkanterne med øjnene og dermed til at se ”lavere”. Det angives også (lidt uforståeligt), at tiltaget kan forbedre oversigtsforholdene. På den anden side kan lavere placerede skilte i større grad virke som en fast genstand langs vejen. I 2011 foretog Texas Transportation Institute (TTI) imidlertid crash-test uden, at det gav anledning til afsluttet pilotforsøg med sådanne skilte (Copelan 1989; Cooner, Cothron og Ranft, 2004a; Leduc, 2008; Zhou m.fl., 2012; Ouyang, 2013; Zhou og Rouholamin, 2014; Finley m.fl., 2014).

Et simulatorstudie blandt 30 alkoholpåvirkede mandlige førere viser derimod ikke, at lavere placerede skilte nemmere bliver opdaget af påvirkede førere (Finley m.fl., 2014).

### **Større skilte**

Ifølge ATSSA (2014) viser erfaringer fra Chicago og Dallas, at større ”Do Not Enter” skilte har en positiv effekt som følge af større synlighed af skiltene. Dette kombineres ofte med andre tiltag, og det er derfor ikke muligt at talfæste størrelsen af denne effekt.

Det ovennævnte simulatorstudie blandt 30 alkoholpåvirkede mandlige førere viser, at større skilte (som lavere placerede skilte) ikke nemmere bliver opdaget af påvirkede førere (Finley m.fl., 2014).

### **Højreflekterende skilte og skiltestænger samt skilte med gul baggrund**

Nogle amerikanske stater har testet brug af højreflekterende skilte (high-intensity reflective signs), da det skulle gøre skiltene mere synlig for førerne, især dem som er svækket, desorienteret eller lignende (Moler, 2002; Zhou m.fl., 2012). Vi har imidlertid ikke fundet nogle evalueringer, som dokumenterer effekterne af dette tiltag i USA.

Staten vegvesen (2010) skriver, at de forventer, at indvendig belyst ”Indkørsel forbudt” skilte vil have god effekt. Der findes dog ingen målinger, som bekræfter dette.

North Texas Tollway Authority har i 2009 som følge af en stigning i antal ulykker med spøgelsesbilister sat rødt reflekterende tape på alle ”Wrong Way” og ”Do Not Enter” skiltestænger på alle frakørselsramper. Derudover blev der suppleret med røde kørebanelreflektorer i opmærkede vejpile. Der er ikke foretaget nogle før- og efter undersøgelser, men det angives, at effekten har været positiv, uvist på hvilket grundlag (NTTA, 2009; Pour-Rouholamin m.fl., 2015a).

I Frankrig har man indført ”Indkørsel forbudt” skilte med fluorescerende gul baggrund. Et simulatorstudie blandt 30 unge og 28 ældre førere viser, at dette skilt er mere effektivt til at forhindre potentielle spøgelsesbilister end normalt ”Indkørsel forbudt” skilt. Antal spøgelsesbilister blev således reduceret fra 16 til to i forskellige scenarier, dvs. en reduktion på næsten 90 %. Selvom skiltet således har en god effekt, er der stadig nogle få, som misforstår skiltet (Ruer, Cabon og Vienne, 2014).

Et amerikansk simulatorstudie blandt 30 alkoholpåvirkede mandlige førere viser derimod ingen positiv effekt af rødt reflekterende tape på skiltestænger (Finley m.fl., 2014).

### **3D-skilte**

Et simulatorstudie (Laurie m.fl., 2004) viste, at et normal ”Do Not Enter” skilt på frakørselsramper havde større virkning på antal spøgelsesbilister end et tredimensionalt ”Do Not Enter” skilt, se figur 45.

### **Forbedret afmærkning på rampe**

Forbedret afmærkning på en række ramper, bl.a. i form af pilafmærkning i Dallas i 2011 medførte en 40 % reduktion i antal hændelser med spøgelsesbilister fra fem i en seks måneders førperiode til tre i en seks måneders efterperiode (ATSSA, 2014; Pour-Rouholamin m.fl., 2015a). Bemærk, at det er tale om meget små tal, så effekten skal tages med forbehold.

Ifølge den tidligere nævnte spørgeundersøgelse blandt 900 bilister i Florida (Sandt m.fl., 2016) er der 48 %, som har rigtig forståelse/tolkning af pilafmærkning på motorvejsramper. Der er 69 % af de adspurgte som ved, at hvid kantlinje bruges på højre side på ramper.

Et amerikansk simulatorstudie blandt 30 alkoholpåvirkede mandlige førere bekræfter, at påvirkede førere i større grad ser på vejbanen lige foran dem end på vejens sidearealer, og afmærkning i vejbanen kan derfor i større grad end skiltning have en positiv effekt overfor denne gruppe (Finley m.fl., 2014).

### **Afmærkning på skærende vej**

Ved nogle rampekryds er der identificeret problemer med, at bilister, som forlader motorvejen, fortsat tror de kører på motorvej (eller ensrettet vej) og dermed placerer sig i venstre kørefelt på den skærende vej og dermed kører mod køreretningen. For at minimere dette problem har man i Texas testet pileafmærkning på den skærende vej, som angiver køreretning. Før- og efterundersøgelse viser, at antal spøgelsesbilister på den skærende vej blev reduceret med ca. 90 % fra 7,4 % af bilerne til 0,7 % af bilerne. Antal konflikter blev reduceret fra 21 til 1, dvs. med ca. 94 % fra 0,68 % til 0,04 % af mulige konflikter med andre køretøjer. Afmærkningen havde samme effektstørrelse i dagslys og mørke (Schrock, Hawkins og Chrysler, 2005; Chrysler og Schrock, 2005).

### **Afmærkning og skiltning i byområde**

På Harry Hines Boulevard i Dallas, Texas, var der problemer med mange spøgelsesbilister, og man gennemførte derfor en plan med supplerende skiltning og afmærkning af pile i vejbanen. Dette gav en signifikant reduktion af antal konflikter/ulykker med spøgelsesbilister. I det mange tiltag blev gennemført samtidig er det ikke muligt at isolere effekten for enkeltstående tiltag (Ouyang, 2013). Vi har ikke data om effektstørrelserne.

## Kørebanelreflektorer og -lys

Resultater fra et studie fra San Diego (Copelan, 1989) af lys i kørebanen på frakørselsramper, som aktiviseres af køretøj, som kører mod køreretningen, tyder på, at sådanne lys kan ”standse” nogle, men ikke alle spøgelsesbilister, men effekten er ikke godt dokumenteret. En fordel med et sådan tiltag er ifølge Copelan (1989), at førere, som er påvirket af alkohol samt ældre førere, ofte hovedsageligt har opmærksomheden rettet mod kørebanen og i mindre grad mod (højtplacerede) skilte. Lys i kørebanen kan derfor (som lavtplacerede skilte) tænkes at være mere effektive overfor disse risikogrupper end normale skilte. Systemet var imidlertid dyrt at anlægge samt dyrt og vanskeligt at vedligeholde og projektet blev derfor afsluttet efter test (Moler, 2002).

Et simulatorstudie i Frankrig blandt 30 unge og 28 ældre førere viser, at lys på tværs i kørebanen alene ikke har nogen positiv effekt i sammenligning med normalt ”Indkørsel forbudt” skilt. Ved normalt ”Indkørsel forbudt” skilt var der 16 spøgelsesbilister og med lys i kørebanen var der 17 spøgelsesbilister i forskellige scenarier (Ruer, Cabon og Vienne, 2014).

## ITS: Lysende/blinkende skilte

I 2003 forsøgte man i Washington State med elektromagnetiske sensorer til detektering af spøgelsesbilister på frakørselsrampe og advarsel via skilte med gul/rød blinkende ”Wrong Way” tekst. Systemet detekterede dog ingen spøgelsesbilister og var også plaget af vedligeholdelsesproblemer. System blev derfor fjernet igen i 2005 (NTTA, 2009; Zhou m.fl., 2012).

I 2004 forsøgte man også i Washington State med detektering via video (med tilsvarende blinkende ”Wrong Way” skilt). Dette systemet havde problemer med mange falske alarmer, manglende registrering af faktiske hændelser samt vedligeholdelses. Dette system blev også fjernet igen i 2005 (Zhou m.fl., 2012).

I Houston har man forsøgt at detektere spøgelsesbilister via radar på Westpark Tollway. Når der sker en registrering verificeres dette manuelt via kameraovervågning. Da detekteringen er rigtig, advares bilister, som kører i rigtig retning via variable teksttavler (Dynamic, messages signs, DMS), og politi underrettes således, at de kan stoppe bilisten (ved brug af flytbare sømmåtter). Systemet har i løbet af forskellige perioder (ukendt længde) detekteret henholdsvis a) syv spøgelsesbilister, som alle blev stoppet af politiet, før der skete ulykker og b) 18 spøgelsesbilister, hvor det lykkedes politiet at stoppe halvdelen. Det påpeges, at de menneskelige ressourcer til drift af dette system er store og kan være en begrænsende faktor mht. at implementere og bruge dette system. Samtidig er det en juridisk/etisk udfordring at advare bilister, som kører i den rigtige retning, hvis de f.eks. følger en instruks, som betyder, at de bliver involveret i en ulykke (NTTA, 2009; ITS International, 2010; Zhou m.fl., 2012).

I San Antonio har man i 2012 installeret radar-detektering af spøgelsesbilister og advarsel til dem via ”Wrong Way” skilte på 29 frakørselsramper på en 24 km lang del af US 281, hvor der er registeret mange spøgelsesbilister i mørke. Efterundersøgelser viste en reduktion på ca. 30 % i antal spøgelsesbilister (Smith, 2011; Fabriello og Chacon, 2013; ITS International, 2014; TxDOT, 2016). Finley m.fl. (2014) har også undersøgt/evalueret dette system og angiver også, at det ser ud til, at systemet har en positiv virkning, men at det (i 2014) ikke er mulig at vurdere effektstørrelsen på ulykker som følge af for kort efterperiode.

I Houston indførte man i 2008 radarbaseret detektering af spøgelsesbilister på 12 frakørselsramper. I 2012 registrerede systemet 30 hændelser med spøgelsesbilister. Som

følge af detekteringen er det i perioden 2008-2012 lykket for politiet at stoppe 19 spøgelsesbiler, før de medførte ulykker (Thurman, 2013).

I Japan har man fra 2008 testet og foretaget en evaluering af detektering af spøgelsesbiler på 24 rasteplasser via tre forskellige radarsystemer (mikrobølger, ultralyd, fotoelektrisk) samt videokamera inklusiv advarsel til aktuell spøgelsesbilist via variable teksttavler.

Erfaringen var generelt, at systemet fungerede godt mht. at stoppe spøgelsesbiler, men at der som følge af kraftig regn, sne, vind, fugle, insekter mm. kunne opstå fejlagtig detektering og advarsel. Der var færrest fejldetektering via ultralyd, der havde en fejldetekteringsfrekvens på 0-0,1, efterfulgt af mikrobølger med en frekvens på 0-1,7 (snit på 0,4). Videokamera og fotoelektrisk radar havde en fejldetekteringsfrekvens på henholdsvis 2,8-19,0 (snit på 6,5) og 5,1-11,3 (snit på 8,8). Andel potentielle spøgelsesbiler som blev stoppet var i gennemsnit 94 % for kamera, 92 % for fotoelektrisk-radar, 78 % for ultralyd-radar og 47 % for mikrobølge-radar. Dvs. godt for kamera og fotoelektrisk-radar, ok for ultralyd-radar og dårlig for mikrobølgeradar. Systemerne med detektering og advarsel er nu implementeret i over 1.000 rampekryds og lignende i Japan (Xing, 2015, 2016).

I Arizona har man i 2013 testet følgende fem forskellige systemer til detektering af spøgelsesbiler: Mikrobølgeradar, doppler radar, videokamera, termiske sensorer og magnetiske sensorer. Systemerne blev både testet under kontrollerede forhold og i virkelig trafik. Hovedkonklusionen er, at det er muligt via sådanne systemer at detektere spøgelsesbiler (Simpson, 2013). Vurderingen af hver af de fem systemer er sammenfattet i tabel 2.

Tabel 2. Sammenfatning af test og vurdering af fem systemer til detektering (Simpson, 2013).

Device Type	Detected Wrong-Way Vehicles	Response Time	Non-Intrusive	Minimal Maintenance	Night Operations	Communication	Ease of Installation	No Missed Calls	No False Calls	Dual Function	Low Cost
Microwave	x	x	x		x	x	x	x			x
Radar	x	x	x	x	x		x		N/A		
Video	x	x	x			x	x			x	
Thermal Sensor	x	x	x		x		x	x	N/A		
Magnetic Detection	x	x		x	x	x			x	x	

Staten vegvesen (2010) skriver, at de antager, at rødt stopblink over ”Indkørsel forbudt” skiltet i Vækerø-krydset i Oslo vil have god effekt. Effekten er ikke målt.

I Florida har man foretaget en analyse af trafikanternes vurdering af ”Wrong Way” skilte med forskellige varianter af rødt stopblinksignal (rectangular rapid flashing beacons, RRFB). Undersøgelsen består af en spørgeundersøgelse blandt 296 deltagere, som har set videofilm med ni forskellige skiltevarianter og fire forskellige belysningsniveauer. De fandt, at de fleste (69,5 %) foretrak kombinationen med ”Wrong Way” skilte på begge sider af vejen og med blinkende lys både over og under skiltet. Argumentet er, at denne kombination i størst grad fanger trafikanternes opmærksomhed. Samtidig foretrak de fleste (58 %) højest belysningsniveau fremfor nedtonet (dimmed) belysning (Lin, Ozkul og Chandler, 2016; Lin og Ozkul, 2016).

I en anden spørgeundersøgelse, også i Florida, angiver 72 %, at de foretrækker to sæt med ”Wrong Way” skilte på begge sider af vejen med blinkende lys fremfor ét sæt. I samme undersøgelse angiver over 90 %, at de ønsker at blive advaret via variable skilte eller information i bilen, hvis de kører mod køreretningen (Sandt m.fl., 2016).



Et amerikansk simulatorstudie blandt 30 alkoholpåvirkede mandlige førere viser ingen positiv effekt af rødt stopblinksignal på skilte (Finley m.fl., 2014).

Som det fremgår af flere af de beskrevne forsøg med ITS-tiltag er det erfaret en række udfordringer med drift og vedligeholdelse af disse systemer. Zhou og Pour-Rouholamin (2014) sammenfatter, at magnetiske sensorer og radar generelt giver mindst udfordringer med vedligeholdelse, mens induktive loop detektorer og videokamera giver de største udfordringer. De sammenfatter også, at induktive loop detektorer giver de bedste detekteringer efterfulgt af magnetiske sensorer og radarer, mens kamera giver de mindst rigtige detekteringer.

## **4.2 Andre effekter**

Tiltagene mod spøgelsesbilister har som primært formål at forbedre trafikikkerheden, og ingen af de gennemgåede kilder har eksplicit beskrevet andre formål med implementeringen af disse tiltag. Der er heller ikke fundet nogen studier, som har undersøgt og dokumenteret andre effekter, som eksempelvis effekter på trafikafvikling, fremkommelighed, miljø eller klima.

Det kan imidlertid tænkes, at tiltagene kan have effekt på fremkommelighed og trafikafvikling, da alvorlige ulykker på motorvej ofte kan medføre lange køer og store forsinkelser, noget disse tiltag kan være med til at forhindre (Høye, 2013). Idet ulykker med spøgelsesbilister er sjældne vil den samlede effekt på fremkommelighed dog være begrænset.

En generel effekt kan være at en mere konsistent vejudformning, som gør det nemt at køre rigtigt og vanskeligt at køre forkert, reducerer stressniveauet blandt mange førere.

Tiltagene har sandsynligvis ingen eller meget begrænset effekt på miljø og klima.

## **4.3 Omkostninger og lønsomhed**

### **Omkostninger**

Tiltagene varierer fra relativ billige skilt- og afmærkningstiltag til mellemdyre/dyre geometriske detaljændringer til dyre ITS-tiltag, som kan have omfattende omkostninger relateret til både anlæg og drift til meget dyre totalombygninger af rampekryds.

Omkostningerne varierer også fra billige enkeltstående tiltag til dyrere tiltagspakker med flere tiltag (NCHRP, 2008; Zhou m.fl., 2012).

Totalombygninger af rampekryds er så dyre, at de meget sjældent gøres, og hvis det gøres er det ikke bare for at løse et problem med spøgelsesbilister, men som en del af en større ombygningsplan. ITS-tiltag kan være billigere, men er alligevel så dyre, at de bare normalt bruges i de mest problematiske kryds med flest registrerede spøgelsesbilister og ulykker med spøgelsesbilister. De billigste tiltag som skilt- og afmærkningstiltag kan derimod være hensigtsmæssige at gennemføre i flere tilfælde, og det er derfor ofte disse tiltag, som gennemføres (Braam, 2006; Zhou m.fl., 2012).

I det følgende er oplistet eksempler på omkostninger (kilde angiver ca. årstal for prisvurderingen):

- Skiltet ”Den østrigske hånd” inklusiv opsætning: 20.000 NOK pr. rampe (Statens vegvesen, 2010).
- Lille tiltagspakke: (4-dobling af skiltning ”Indkørsel forbudt”, skilte med ”Forkert køreretning – vend” og opmærkede pile i kørebanen): 35.000 NOK pr. rampe (Statens vegvesen, 2010).
- Lille tiltagspakke: 3.000 \$ pr. rampe (Liu, 2013).
- Tiltagspakke med skilte og afmærkning (lavere skilte, rød tape på skiltestang, stoplinjer, pilafmærkning, spærreflader på skærende vej, reflektorer): 6.500 \$ pr. rampe (Morena og Leix, 2012).
- Stor tiltagspakke (med både skilte, afmærkning, fysiske ændringer og ITS): 25.000-30.000 \$ pr. rampe (FDOT, 2015).
- Generel forbedring: I gennemsnit 7.000 \$ pr. rampe (Morena og Ault, 2013).
- LED lysende ”Wrong Way” skilt, som aktiveres af spøgelsesbilist: 14.000 \$ pr. rampe (FDOT, 2015).
- Rødt stopblinksignal (over ”Indkørsel forbudt” skilt), som aktiveres af spøgelsesbilist: Ca. 150.000 NOK (Statens vegvesen, 2010).
- Kørebanelys, som advarer spøgelsesbilister: 10.000 \$ pr. rampe (Moler, 2002)
- Detektorer (Zhou og Pour-Rouholamin, 2014):
  - Induktive loop detektorer: < 5.000 \$ pr. rampe.
  - Magnetiske sensorer: < 5.000-10.000 \$ pr. rampe.
  - Video: > 5.000-10.000 \$ pr. rampe.
  - Radar: < 5.000 \$ pr. rampe.
- Detektorer uden videoovervågning: 12.000 EUR (Scaramuzza og Cavegn, 2006).
- Detektorer med videoovervågning: 19.000 EUR (Scaramuzza og Cavegn, 2006).
- Radarbaseret detektering: 337.000 \$ for 12 ramper (Thurman, 2013).
- Detektering via radar og LED lysende ”Wrong Way” skilt: ca. 380.000 \$ for 24 km lang strækning (29 ramper) (ITS International, 2014).

## Lønsomhed

Det er vanskeligt eller nærmest umuligt at lave meningsfulde cost-benefit analyser af tiltagene mod spøgelsesbilisme, når der foreligger så lidt konkret information om tiltagenes effekter på sikkerhed, og at erfaringerne med tiltagene i tidens løb har været meget varierende fra, at de fungerer som tiltænkt til, at de ikke har nogen positiv virkning eller har uforudsete bivirkninger og derfor er fjernet igen (Bramm, 2006; Høye, 2013). I tillæg er der, som beskrevet, stor variation i omkostninger til implementering og drift). Det er derfor heller ikke fundet nogle gode studier, som har estimeret cost-benefit af tiltag mod spøgelsesbilister.

Bramm (2006) argumenterer for, at tiltagene ofte ikke vil være lønsomme. Tiltagene er dyre at implementere og vedligeholde og kan have begrænset eller endda negativ effekt. Samtidig sker der meget få ulykker og disse er spredt udover et stort vejnet/motorvejsnet uden nogle markante koncentrationer, hvilket i bedste fald gør det vanskelig at finde lokaliteter, hvor implementering af tiltag vil være lønsomt.

En alternativ strategi er at implementere (billige) tiltag på f.eks. alle motorvejsramper (mass action), men ingen med undtagelse af Carnis og Kemel (2014) har undersøgt effekten og omkostningerne ved dette. Dersom man kender antal motorvejsramper, antal ulykker med spøgelsesbilister på disse, gennemsnitlig omkostning til implementering af f.eks. en skilt- og

afmærkningspakke på hver rampe og foretager en kvalificeret vurdering af den gennemsnitlige effekt på antal ulykker kan man imidlertid lave et regneeksempel på den mulige lønsomhed.

Liu (2013) argumenterer derimod med, at man vil få en høj cost-benefitbrøk på over 230 ved brug af billige tiltag, hvis man bare ”sparer” én alvorlig ulykke.

Et konkret eksempel på en cost-benefit analyse er implementering af ”Indkørsel forbudt” skilte på gul baggrund, som før det blev inkluderet i de franske vejreglerne i 2015 blev testet i to regioner; Brittany og Pays de Loire. Udfordringen er, at der sker så få ulykker (som man kan ”spare”), men Carnis og Kemel (2014) konkluderer alligevel, at det kan være lønsomt at implementere skilte, hvis de implementeres på alle ramper, og dermed kan få effekt på alle disse ramper.

Et andet konkret eksempel på en cost-benefit analyse er af et detekteringssystem med advarsel via dynamisk skilte i San Antonio i 2012. Ifølge ITS International (2014) koster systemet ca. 380.000 \$, mens de årlige ulykkesbesparelser er ca. 250.000 \$, hvilket vil give en betalingstid på bare 1,5 år.

Et tredje konkret eksempel er et studie fra Schweiz, som viser, at varsling af spøgelsesbilister på radio har en årlig benefit/nytte på ca. 1 mio. CHF (ca. 6 mio. DKK). Denne vurdering er baseret på modelberegninger af sandsynligheden for ulykker med spøgelsesbilister med og uden trafikinformation på radio (Scaramuzza og Cavegn, 2006).

## 4.4 Sammenfatning

### 4.4.1 Evalueringsstudierne

Der er fundet ca. 35 kilder, som i større eller mindre grad har undersøgt, vurderet eller drøftet, hvordan forskellige tiltag mod spøgelsesbilister påvirker eller tænkes at kunne påvirke omfang af spøgelsesbilisme og antal ulykker, eller som har undersøgt eller vurderet driften af forskellige typer især ITS-tiltag. De gennemgåede studierne kan inddeles i følgende overordnede grupper:

- *Før/ efterundersøgelser af omfang af spøgelsesbilisme/ ”stoppede” spøgelsesbilister.*
- *Før/ efterundersøgelser af antal ulykker.*
- *Ulykkesanalyser, generelt eller for specifikke lokaliteter.*
- *Inspektioner af problemlokaliteter.*
- *Simulatorstudier, primært om hvordan forskellige skilte virker.*
- *Spøgeundersøgelser, primært om tolkningen af forskellige skilte.*
- *Litteraturstudier af andre undersøgelser og erfaringer.*
- *Teoretiske/ ekspertvurderinger, -drøftelser og -antagelser.*
- *Test af systemer under kontrollerede forhold eller i virkelig trafik.*

På trods af at der er fundet mange kilder, er der bare fundet relativ få nyere studier, som empirisk har undersøgt effekterne på ulykker. Ifølge flere kilder (bl.a. Høye, 2013) skyldes dette i hovedsag, at ulykker med spøgelsesbilister er så sjældne, at en potentiel effekt på ulykker er vanskelig at måle og talfæste.

Alternativt kan man som et indirekte mål på sikkerhedseffekten måle antal spøgelsesbilister før og efter tiltaget er implementeret eller antal potentielle spøgelsesbilister, som bliver ”stoppet” af tiltaget f.eks. på frakørselsrampen, før de kommer ind på selve motorvejen. Det findes imidlertid også få studier, som har undersøgt og kvantificeret denne effekt.

Mange kilder skriver, at de selv eller andre har fundet en positiv effekt af de aktuelle tiltag, men hvordan dette er undersøgt eller vurderet er ikke beskrevet og størrelserne på effekter er heller ikke beskrevet. Der er bare fundet nogle få kilder, som beskriver, at tiltagene har haft en direkte dårlig effekt på omfang spøgelsesbilisme eller antal ulykker, men flere kilder beskriver en række andre udfordringer især relateret til drift og omkostninger.

Der er fundet flere litteraturgennemgange, hvor kilderne henviser til hinanden på ”kryds og tværs” uden det altid er muligt egentlig at finde den oprindelige, primære kilde. Det er vigtigt at påpege, at tal og vurderinger ikke nødvendigvis er ”sande”, bare fordi der ofte henvises til dem.

Som det fremgår af gennemgangen af tiltag findes der mange forskellige varianter af tiltag mod spøgelsesbiler, som samtidig implementeres på flere forskellige type vejanlæg i form af forskellige rampeanlæg, kryds og skærende veje. Det betyder, at der bare findes få studier for hver tiltagsvariant, og det er derfor vanskeligt at konkludere noget for hver af de enkelte tiltagsvarianter. Samtidig er det vanskeligt at konkludere noget generelt om effektstørrelse, da tiltagene er så tilpas forskellige, at de sandsynligvis har forskellige effekter.

Det er også sjældent, at enkelte typer tiltag implementeres. Indsatsen består derimod typisk af forskellige tiltagspakker bestående af flere tiltag. Dette gør det vanskeligt, at isolere effekten af de enkelte tiltag. Det er også vanskeligt at vurdere effekten af samlede tiltagspakker, da der ofte ikke er tale om ensartede pakker, men derimod mange forskellige kombinationer af tiltag som inkluderes i pakkerne.

Generelt er der lidt information om undersøgelsesdesign, og det er tvivlsomt, om studierne har kontrolleret for forskellige forstyrrende faktorer som regressionseffekt, generel ulykkesudvikling, trafikvækst og ulykkesmigration.

De fleste effektstudier stammer fra USA, og mange af disse er gamle studier fra 1960’erne-1980’erne. Ifølge Pour-Rouholamin m.fl. (2015a) er der i løbet af de sidste 30-40 år gennemført og afrapporteret 10 casestudier af forskellige tiltag mod spøgelsesbiler i forskellige amerikanske stater. Information om de 10 studier er sammenfattet i tabel 3. Resultaterne fra disse studier er beskrevet i det forrige. De allerældste amerikanske studier fra slutning af 1960’erne og starten af 1970’erne er ikke inkluderet i gennemgangen, da fundene ikke mere forventes at være aktuelle.

Tabel 3. Casestudier i USA af forskellige vejtiltag mod spøgelsesbilisme (Pour-Rouholamin m.fl., 2015a).

Countermeasure	Location
1. Low-Mounted DO NOT ENTER and WRONG WAY Signs	Various Locations in California
2. Flashing LED Border WRONG WAY Signs	San Antonio, Texas
3. Red Retroreflective Strips and Red Retroreflective Raised Pavement Markers	Various Locations in Texas
4. Access Management near Interchange Ramp	Dallas, Texas
5. Raised and Vertical Longitudinal Channelization	Detroit, Michigan
6. ITS Detection System	Houston, Texas
7. Wrong-Way Entry ITS Warning System	Buffalo, New York
8. Enhanced DO NOT ENTER and WRONG WAY Signs	Various Locations in Illinois and Texas
9. Enhanced Pavement Markings	Various Locations in Illinois and Texas
10. Countermeasure Package for Partial Cloverleaf Interchanges	Various Locations in Michigan

#### 4.4.2 Effekter på trafiksikkerhed

Med udgangspunkt i de fundne kilder ser det umiddelbart ud til, at flere tiltag sandsynligvis kan have en positiv effekt, dvs. være med til at reducere omfang af spøgelsesbilisme og dermed også antal ulykker med spøgelsesbiler. Det er imidlertid generelt sjældent muligt at talfæste størrelserne af disse effekter eller give en særlig præcis størrelse af disse.

Generelt beskrives det, at 1) tiltagspakker med vejtiltag, 2) kombination af vej- og ikke vejtiltag samt 3) målrettet tiltag tilpasse aktuelle lokaliteter har positive effekter.

Tabel 4 sammenfatter de beskrevne effekter af de forskellige tiltag på omfang af spøgelsesbilisme og antal ulykker. Flest kilder har vurderet/undersøgt effekt på omfang spøgelsesbilisme, mens færre har vurderet/undersøgt effekten på antal ulykker. Det ses, at geometriske ændringer har potentiale til at fjerne spøgelsesbilisme helt, mens samlede tiltagspakker og generelt forbedret/supplerende skiltning kan fjerne op til 60-100 % af spøgelsesbilismen. Enkelt tiltag har generelt lavere effekt, og for disse tiltag kan der være stor variation i effekter, næsten varierende fra 0-100 %.

Afhængig af tiltag ser det ud til, at antal ulykker med spøgelsesbilister kan reduceres tilsvarende med 15-100 %, der størst effekt også opnås af de mest omfattende tiltag/tiltagspakker. Det påpeges dog, at disse estimater er meget usikre.

*Tabel 4. Effekter på omfang af spøgelsesbilisme og antal ulykker med forskellige tiltagsvarianter. Bemærk, at der ofte er mangelfulde data om periodelængder og konkrete antal. Samtidig er der ikke eller meget sjældent kontrolleret for forstyrrende faktorer i vurderingen af effekter på antal ulykker.*

Tiltag	Omfang af spøgelsesbilisme	Antal ulykker (eller konflikter)
Samlet tiltagspakke	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 97 % reduktion (Campbell og Middlebrooks, 1988)</li> <li>• 60-70 % reduktion (NTSB, 2012)</li> <li>• Reduktion (Ouyang, 2013)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 70 % reduktion (Topolsek, 2007)</li> </ul>
Geometriske ændringer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 % reduktion (Ouyang, 2013)</li> <li>• 100 % reduktion (Morena og Adult, 2013)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 66 % reduktion (Topolsek, 2007)</li> </ul>
Forbedret, supplerende skiltning generelt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 % reduktion (Vaswani, 1977)</li> <li>• Stor reduktion (SWOV, 2009)</li> <li>• Reduktion (Moler, 2002)</li> <li>• Stor reduktion (Statens vegvesen, 2010)</li> <li>• 100 % reduktion (Boot m.fl., 2016)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 49 % (reduktion Topolsek, 2007)</li> <li>• Reduktion (NTTA, 2009)</li> </ul>
Lavere placeret skilte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 88-97 % reduktion (Leduc, 2008)</li> <li>• Lille (utilstrækkelig) reduktion (Ouyang, 2013)</li> <li>• Ingen reduktion for alkoholpåvirket førere (Finley m.fl., 2014)</li> </ul>	
Større skilte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion (ATSSA, 2014)</li> <li>• Ingen reduktion for alkoholpåvirket førere (Finley m.fl., 2014)</li> </ul>	
Tydeligere skilte (farve, refleks mm.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion (NTTA, 2009)</li> <li>• Reduktion (Statens vegvesen, 2010)</li> <li>• Ukendt effekt (Zhou m.fl., 2012)</li> <li>• 90 % reduktion (Ruer, Cabon og Vienne, 2014)</li> <li>• Ingen reduktion for alkoholpåvirket førere (Finley m.fl., 2014)</li> </ul>	
3D-skilte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stigning (Laurie m.fl., 2004)</li> </ul>	
Variabel, lysende, blinkende skilte (ITS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion (Stor reduktion (Statens vegvesen, 2010)</li> <li>• 30 % reduktion (Fabriello og Chacon, 2013)</li> <li>• Ukendt effekt (Finley m.fl., 2014)</li> <li>• Ingen reduktion for alkoholpåvirket førere (Finley m.fl., 2014)</li> <li>• 47-94 % reduktion (Xing, 2015)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50-100 % reduktion (stoppet af politi) (NTTA, 2009)</li> <li>• (15-20 %) reduktion (stoppet af politi) (Thurman, 2013)</li> </ul>
Forbedret afmærkning (rampe)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 % reduktion (ATSSA, 2014)</li> <li>• Reduktion for alkoholpåvirket førere (Finley m.fl., 2014)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 36 % reduktion (Topolsek, 2007)</li> </ul>
Forbedret afmærkning (skærende vej)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 90 % reduktion (Chrysler og Schrock, 2005)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 94 % reduktion (Chrysler og Schrock, 2005)</li> </ul>
Kørebanereflektorer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Middel (utilstrækkelig) reduktion (Copelan, 1989)</li> <li>• Ingen reduktion (Ruer, Cabon og Vienne, 2014)</li> </ul>	

### 4.4.3 Effekter på miljø og trafikafvikling

Tiltagene har som primært formål at forbedre trafiksikkerheden, og der er ikke fundet nogen studier, som har undersøgt andre effekter. Tiltagene har sandsynligvis ingen eller meget begrænset effekt på miljø og klima, men kan tænkes at have positiv, men lille effekt på fremkommelighed som følge af reduktion i ulykker, som kan give store køer og forsinkelser på motorveje.

### 4.4.4 Erfaringer og vurderinger af skilte og afmærkning

Spørgeundersøgelser og simulatorstudier viser følgende angående de benyttede skilte:

- 44 % har rigtig forståelse af skiltet ”Indkørsel forbud” (uden tekst) i USA, der dette ikke er standardskilt (Sandt m.fl., 2016).
- 72 % (flest) foretrækker to sæt med ”Wrong Way” skilte på begge sider af vejen med blinkende lys fremfor ét sæt i USA (Sandt m.fl., 2016).
- Over 90 % ønsker at blive advaret via variable skilte eller information i bilen, hvis de kører mod køreretningen i USA (Sandt m.fl., 2016).
- 69,5 % (flest) foretrækker kombinationen med ”Wrong Way” skilte på begge sider af vejen og med blinkende lys både over og under skiltet i USA (blandt ni forskellige skiltevarianter) (Lin og Ozkul, 2016).
- 58 % (flest) foretrækker højest belysningsniveau fremfor nedtonet (dimmed) belysning af skilte i USA (Lin og Ozkul, 2016).
- Ifølge flere studier har svækkede førere (alder, påvirket) i større grad opmærksomheden rettet mod vejafmærkning og lavere placerede skilte end normalt placerede skilte, men et studie blandt netop alkoholpåvirkede førere kan ikke bekræfte dette.

Et studie påpeger, at det er en juridisk/etisk udfordring at advare bilister, som kører i den rigtige retning mod spøgelsesbilister, hvis de f.eks. følger en instruks (som f.eks. at køre til højre), som betyder, at de netop bliver involveret i en ulykke (fordi spøgelsesbilist vælger at undvige til samme side). Det er derfor særlig vigtigt, hvilket budskab man skriver på denne type skilte.

### 4.4.5 Erfaringer og vurderinger af ITS/teknologiske vejtiltag

En nødvendig forudsætning for velfungerende ITS-vejtiltag er, at der foretages en god og rigtig detektering af potentielle spøgelsesbilister. I de seneste to-fire år er der i bl.a. USA og Japan foretaget flere systematiske test af forskellige systemer til detektering af spøgelsesbilister. Konklusionen er, at de forskellige systemer generelt fungerer godt, men har forskellige fordele og ulemper. Ifølge studierne er der få/ingen fejldetekteringer med ultralyd og magnetiske sensorer, mens videokamera, fotoelektrisk radar og delvis mikrobølger kan have flere fejldetekteringer. Forkert detektering kan opstå som følge af regn, sne, vind, fugle, insekter mm. Fejldetekteringer er imidlertid i hovedsag et problem, hvis systemet advarer andre trafikanter om spøgelsesbilister som ikke findes. Lidt ældre systemer fra starten af 2000’erne, som blev benyttet/testet i USA, havde derimod flere og større problemer med både forkert og manglende detektering, og disse tiltag blev derfor fjernet igen. Det tyder dermed på, at detekteringssystemerne er blevet mere troværdige og pålidelige i løbet af de sidste ca. 10 år.

Erfaringerne, især med lidt ældre detekterings- og advarselsystem fra starten af 2000’erne og endnu ældre, er også, at de er vanskelige og dyre at drifte og vedligeholde, og som følge af dette er flere sådanne systemer blevet fjernet igen. For systemer med en eller anden form

for manuel kameraovervågning eller verificering af spøgelsesbilisme er det erfaret, at de menneskelige ressourcer til drift af sådanne systemer er store og kan være en begrænsende faktor mht. at bruge sådanne systemer.

I tillæg til Danmark har man også i USA i 1980'erne og i Slovenien benyttet vejpiggeanlæg mod spøgelsesbilister. Erfaringer fra USA er, som i Danmark, at systemet ikke fungerer hensigtsmæssigt, da det ikke punkterer hjulene hurtigt nok, punkterer hjulene på køretøjer, som kører i den rigtige retning, og medfører en række katastrofeopbremsninger blandt dem, som kører i den rigtige retning.

#### **4.4.6 Omkostninger og lønsomhed**

Tiltagene varierer fra relativ billige skilt- og afmærkningstiltag til mellemdyde/dyre geometriske detailændringer til dyre ITS-tiltag, som kan have omfattende omkostninger relateret til både anlæg og drift til meget dyre totalombygninger af rampekryds.

Omkostningerne varierer også fra billige enkeltstående tiltag til dyrere tiltagspakker med flere tiltag.

Totalombygninger er så dyre, at de meget sjældent gennemføres, ITS-tiltag så dyre, at de typisk bare implementeres i udvalgte problemkryds, mens skilt- og afmærkningstiltag samt mindre fysiske ændringer er så billigere, at det typisk er denne type tiltag, som bruges, samtidig med at tiltagene også kan bruges som "mass action", hvor man indfører tiltaget på alle/mange ramper.

Nogle eksempler på anlægsomkostninger fra de seneste 10-15 år fra især Norge og USA for udbedring af rampekryds er:

- Skiltning/skiltningsspakke: 10.000-30.000 DKK.
- Skiltning og afmærkningsspakke: 30.000-60.000 DKK.
- Generel forbedring (af fysisk udformning): 50.000-10.000 DKK.
- ITS-vejtiltag (detektering og advarsel): 80.000-200.000 DKK.
- Tiltagspakke; skiltning, afmærkning, fysiske ændringer og ITS: 200.000 DKK.

Som følge af usikre effektestimater og stor variation i omkostninger til anlæg og drift er det vanskeligt at lave meningsfulde cost-benefit analyser af tiltagene mod spøgelsesbilisme, og der er da også i begrænset omfang fundet gode studier, som har foretaget sådanne cost-benefit estimater.

Flere påpeger, at der sker få ulykker med spøgelsesbilister, og at de er spredt udover et stort vejnet/motorvejsnet uden nogle markante koncentrationer. Tiltagene på konkrete lokaliteter vil derfor sjældent være lønsomme. En alternativ strategi kan derfor være at implementere billige tiltag på f.eks. alle motorvejsramper (mass action). Lønsomheden af dette kan estimeres, og en enkelt studie (Carnis og Kemel, 2014) har netop gjort dette og fundet at dette kan være en lønsom tilgang.

## 5 Konklusion og diskussion

### 5.1 Benyttede og anbefalede tiltag

Gennemgangen af benyttede tiltag mod spøgelsesbilister i 13 lande viser, at der anbefales og benyttes mange forskellige tiltag indenfor følgende fem tiltagsgrupper:

- a. Registrering, udpegning og analyse.
- b. Vejtiltag.
- c. Trafikanttiltag.
- d. Køretøjtiltag.
- e. Beredskab og redningstjeneste.

Denne rapport fokuserer især på vejtiltag (gruppe b). Registrering, udpegning og analyse (gruppe a) er imidlertid også særdeles relevant for vejmyndighederne, idet dette er en forudsætning for at kunne vurdere, om der i det hele taget skal implementeres tiltag, hvilke type tiltag som skal implementeres og hvor de skal implementeres. Tabel 5 sammenfatter tiltag i denne tiltagsgruppe.

Tabel 5. Registrering, udpegning og analysetiltag.

Tiltagsgruppe	Tiltag
Registrering	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorering af spøgelsesbilister</li> <li>• Registrering af ulykke</li> <li>• Crowdsourcing (Indrapportering fra trafikanter m.fl. om problemer)</li> </ul>
Udpegning	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ulykkesbaseret udpegning</li> <li>• Udvidet / omfangsbaseret udpegning</li> <li>• Model / ikke ulykkesbaseret udpegning</li> </ul>
Analyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trafiksikkerhedsrevision</li> <li>• Trafiksikkerhedsinspektion</li> <li>• Ulykkesanalyse</li> <li>• Generelle ulykkesanalyser</li> </ul>

Anbefalede og benyttede vejtiltag kan inddeles i følgende fem tiltagsgrupper:

1. Valg af rampe/krydstype.
2. Geometriske/fysiske ændringer, inklusiv belysning.
3. Traditionel/statisk/fast skiltning og afmærkning, inklusiv signalregulering.
4. Innovativ/dynamisk/variabel skiltning og afmærkning (ITS-tiltag).
5. Drift og vedligeholdelse.

Angående det første punkt, så viser mange generelle ulykkesanalyser, at nogle rampekryds er mere udsatte for ulykker med spøgelsesbilister end andre. Denne information er noget, man kan inkludere ved valg og dimensionering af nye vej- og rampeanlæg, men det vil ofte være for dyrt at ændre et eksisterende anlæg til en anden type. Mindre geometriske ændringer samt forskellige statiske og dynamiske skilte og afmærkningstiltag kan derimod være aktuelle, se tabel 6 og tabel 7.

Inspektion viser, at eksisterende skilte og afmærkning ofte er misvedligeholdte og dermed mindre tydelige/synlige, hvilket især gælder i mørke. Disse skilte og afmærkning mister hermed sin i udgangspunktet potentielle gode effekt. Løbende/ forbedret drift og vedligeholdelse angives derfor flere steder som et vigtigt tiltag.



Tabel 6. Geometriske ændringer samt forskellige statiske skilte og afmærkningstiltag (tiltogsgruppe 2 og 3).

Tiltagsgruppe	Tiltag
Geometriske ændringer (gruppe 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fysisk separering af til- og frakørselsramper</li> <li>• Lettere tilkørsel til tilkørselsramper (åbning og vinkel)</li> <li>• Ændret kurveudformning i kryds</li> <li>• Gøre forkert sving fra skærende vej til farkørselsrampe vanskeligere</li> <li>• Forbedring af oversigtsforhold</li> <li>• Tydeliggøre at det er en ensrettet vej</li> <li>• Vejbelysning/forbedret vejbelysning på problemlokaliteter.</li> <li>• Vejpiggeanlæg og bomme</li> </ul>
Traditionel skiltning (Gruppe 3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flere af de samme skilte (spøgesport)</li> <li>• Flere forskellige skilte (rød skilteskov) inklusiv "Den østrigske hånd"</li> <li>• Tydelige skilte; farve, baggrundsmarkering og højreflekterende</li> <li>• Tredimensionelt skilt</li> <li>• Rød reflekterende tape</li> <li>• Skilte med både symboler og tekst, og tekst på forskellige sprog</li> <li>• Pildigramskilte, som giver bedre vejledning</li> <li>• Rigtig "intuitiv" udformning af af vejvisningsskilte</li> <li>• Skilte i overstørrelse</li> <li>• Lavere placerede skilte</li> <li>• Overhængte skilte</li> <li>• Ændret placering og drejning på skilte</li> <li>• Flere skilte på tilkørselsrampe, som tydeliggør at dette er en tilkørselsrampe</li> <li>• Skilt med påbudt køreretning</li> <li>• Skilt, som viser, at det er venstrekørsel (i lande som har dette)</li> <li>• Skilte med højre- og venstresvingsforbud på den skærende vej</li> <li>• Røde kantstolper eller kantstolper med rød LED lys</li> <li>• Brug af skiltet, som viser et køretøj, som kører mod den tilsigtede køreretning (dynamisk)</li> <li>• Skiltning af vejpiggeanlæg</li> <li>• Brug af grønne pile i signaregulering</li> <li>• Supplere statiske skilte med blinkende rødt lys (stopblinksignal)</li> <li>• Supplere statiske skilte med varsel via lyd/sirener</li> <li>• Samlede skilte- og afmærkningsplaner og -pakker</li> </ul>
Traditionel afmærkning (gruppe 3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afmærkning af pile på rampen, evt. i overstørrelse og andre farver</li> <li>• Gul midtafmærkning, dvs. på venstre side på motorveje og ramper</li> <li>• Tredimensionel afmærkning</li> <li>• Afmærkning af pile med tilladt højre- og venstresving på den skærende vej</li> <li>• Gennemført stoplinje på frakørselsrampe</li> <li>• Forsættelse af midt- og sidelinjen delvis gennem krydset på den skærende vej</li> <li>• Udvidelse af spærreflade ved rampens tilslutning til skærende vej</li> <li>• Opmærket linjer, som guider trafikanterne til at foretage rigtigt sving fra skærende vej</li> <li>• Særlig reflekterende afmærkning/materiale</li> <li>• Ophøjede, røde kørebanereflektorer og lys, som lyser rødt når man kører i forkert retning</li> </ul>

Tabel 7. Detektering af spøgelsesbilister samt dynamiske skilte og afmærkningstiltag (tiltogsgruppe 4).

Tiltagsgruppe	Tiltag
Detektering	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Videokamera (som også kan bruges til analyse af hændelsen)</li> <li>• Doppler radar</li> <li>• Mikrobølge radar</li> <li>• Ultralyd radar</li> <li>• Infrarød radar</li> <li>• Fotoelektrisk radar</li> <li>• Termiske sensorer</li> <li>• Magnetiske/induktive loop sensorer</li> </ul>
Innovativ skiltning	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitale/dynamiske/variable teksttavler med forskellig tekst/symboler</li> <li>• Rødblinkende lys over eller under skilt placeret over/eller ved siden af vejen</li> <li>• Advarsel kan gives til spøgelsesbilist og/eller andre trafikanter</li> </ul>
Innovativ afmærkning	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rødt lys/løbelys i vejbanen</li> </ul>

## 5.2 Effekter og erfaringer

Gennemgangen viser, at flere af disse tiltag sandsynligvis har en positiv effekt, dvs. kan være med til at reducere omfang af spøgelsesbilisme og dermed også antal ulykker med spøgelsesbilister. Det er imidlertid generelt sjældent muligt at talfæste størrelserne af disse effekter eller give en særlig præcis størrelse af disse. De fleste studier er metodisk meget svage og mange opgiver effekter uden nogen form for dokumentation.

Generelt ser det ud til, at man kan forvente de bedste effekter af:

- Tiltagspakker med vejtiltag. Generelt bør vejudformningen gøres så konsistent og selvforklarende som mulig.
- Kombination af vej- og andre tiltag som uddannelse og kontrol.
- Måltrettet tiltag tilpasset aktuelle lokaliteter.

Såkaldte ”lave tiltag” (vejudformning, afmærkning, andre tiltag i kørebanen og lave skilte) ser også ud til generelt at have stor, positiv effekt, da især ældre og påvirkede førere i hovedsag har opmærksomheden rettet mod kørebanen.

Rene skilte- eller afmærkningstiltag kan ikke forventes at have stor effekt, hvis den fysiske vejudformning er meget misvisende.

Flest kilder har vurderet/undersøgt effekt på omfang spøgelsesbilisme, mens færre har vurderet/undersøgt effekten på antal ulykker. Geometriske ændringer har potentiale til at fjerne spøgelsesbilisme helt, mens samlede tiltagspakker og generelt forbedret/supplerende skiltning kan fjerne op til 60-100 % af spøgelsesbilismen. Enkelte tiltag har generelt lidt lavere effekt, og for disse tiltag kan der være stor variation i effekter, næsten varierende fra 0-100 %.

Afhængig af tiltag ser det ud til, at antal ulykker med spøgelsesbilister kan reduceres tilsvarende med 15-100 %, da størst effekt også opnås af de mest omfattende tiltag/tiltagspakker. Disse estimater er dog meget usikre og der er ikke taget hensyn til forstyrrende faktorer i evalueringerne.

Tiltagene har som primært formål at forbedre trafiksikkerheden. Tiltagene har da sandsynligvis heller ingen eller meget begrænset effekt på miljø og klima, men kan tænkes at have positiv, men lille effekt på fremkommelighed.

Der har i mange år, især de seneste 10-15 år været meget fokus på om og hvordan forskellige ITS-vejtiltag kan bruges for at minimere problemet med spøgelsesbilisme. En nødvendig forudsætning for velfungerende ITS-vejtiltag er, at der foretages en god og rigtig

detektering af potentielle spøgelsesbilister. Dette har tidligere været en udfordring, men undersøgelser fra de seneste år viser, at man nu har teknologien til at foretage troværdige og pålidelige detektering af spøgelsesbilister. Tidligere erfaringer er også at sådanne systemer er vanskelige og dyre at drifte. Det er usikkert om dette stadigvæk er tilfældet. Tiltagene varierer fra billige skilt- og afmærkningstiltag (typisk 10.000-30.000 DKK) til mellemdyre/dyre geometriske detailændringer (50.000-100.000 DKK) til dyre ITS-tiltag (100.000-200.000 DKK) til meget dyre totalombygninger af rampekryds (over 1 mio. DKK). Omkostningerne varierer også fra billige enkeltstående tiltag til dyrere tiltagspakker med flere tiltag. Totalombygninger er så dyre, at de meget sjældent gennemføres. ITS-tiltag er billigere, men stadigvæk så dyre, at de typisk bare implementeres i udvalgte problemkryds. Skilt- og afmærkningstiltag samt mindre fysiske ændringer er derimod så meget billigere, at det typisk er denne type tiltag, som bruges, samtidig med at tiltagene også kan bruges som ”mass action”, hvor man indfører tiltaget på alle/mange ramper.

Som følge af usikre effektestimater og stor variation i omkostninger til anlæg og drift er det vanskeligt at lave meningsfulde cost-benefit analyser af tiltagene. Der sker imidlertid så få og tilfældige ulykker med spøgelsesbilister på konkrete lokaliteter, at tiltagene på konkrete lokaliteter derfor sjældent vil være lønsomme i sammenligning med andre type tiltag. En alternativ strategi kan dog være at implementere billige tiltag på f.eks. alle motorvejsramper, som måske kan være en gavnlig tilgang.

### 5.3 Overførbare effekter og erfaringer til Danmark

Når man foretager sådanne gennemgange af tiltagsbrug, erfaringer og effekter fra andre lande er det vigtigt at huske, at anbefalinger og erfaringer ikke nødvendigvis kan overføres direkte fra et land til et andet, idet landene er forskellige mht. vejanlæg, trafik, færdselsregler, trafikultur, geografi, topografi mm. Dette gælder især, hvis man har indhentet erfaringer fra lande, som er meget forskelligartet. I denne gennemgang har vi fokuseret på lande fra Norden og Europa samt USA, Canada, Australien, New Zealand og Japan. På den ene side er alle disse lande højindkomst og -trafikerede lande, og på den anden side er der en del forskelle mellem Danmark og især Japan, USA og Australien.

Selvom gennemgangen omfatter så mange lande og lande så langt fra hinanden ses det, at der er mange fællestræk i brug af tiltag og erfaringerne med disse. Det er f.eks. de samme typer skilte, samme form for supplerende skiltning, samme pilafmærkning, samme geometriske småjusteringer og samme overordnede principper for detektering og advarsel, som bruges i de forskellige lande.

Samtidig ses det, at Danmark bruger de samme tiltag som i de andre lande, og ud fra dette perspektiv bekræfter gennemgangen, at det på mange måder er de ”rigtige” tiltag, som bruges i Danmark, og der er således intet, som taler for, at de traditionelle tiltag som bruges nu, ikke bør bruges længere. Det som man måske kan lære af andre lande er at bruge især de billigere tiltag flere/alle steder (mass action). F.eks. bruges ”Den østrigske hånd” skiltet på alle ramper på udvalgt strækning i Norge. Denne strategi kan i tillæg have den fordel, at man undgår såkaldt ulykkesmigration, hvor man undgår at ”flytte” problemet fra sted med tiltag til et sted uden tiltag.

USA er det absolut førende land indenfor området, men gennemgangen viser også, at Danmark på mange måder også er et af de førende lande indenfor området mht. fokus på området og at afprøve og evaluere nye tiltag. Danmark er f.eks. sandsynligvis det eneste af gennemgængende lande, som tester 3D-afmærkning i kørebanen og også et af de få lande, som har testet vejpiggeanlæg og løbelys. Det betyder, at der for Danmark egentlig ikke er så meget inspiration at hente i andre lande.

Det som der måske ikke har været så meget fokus på i Danmark er brug af ikke stedbundne vejtiltag som trafikant-, kontrol- og køretøjstiltag i kampen mod spøgelsesbilisme. Selvom trafikanterne (trafikanter som er svækket på forskellige måder) udgør den absolut største risikofaktor er effekterne af forskellige trafikanttiltag som uddannelse og information tvivlsom, men fordelene er, at de potentielt virker på mange typer ulykker, ikke bare ulykker med spøgelsesbiler. Køretøjstiltag som forskellige førerstøttesystemer har et stort potentiale, og på langt sigt vil selvkørende biler, hvor man helt eliminerer problemet med svækkede førere, kunne reducere problemet med spøgelsesbilisme markant.

## 6 Referencer

- 3M (2016). Spookrijden, [http://solutions.3mnederland.nl/wps/portal/3M/nl\\_NL/Traffic-Safety-Systems/Traffic-Safety-Systems/Safety-Solutions/Products-In-Action/?PC\\_Z7\\_RJH9U5230GE3E02LECIE208D86000000\\_assetId=1114305967079](http://solutions.3mnederland.nl/wps/portal/3M/nl_NL/Traffic-Safety-Systems/Traffic-Safety-Systems/Safety-Solutions/Products-In-Action/?PC_Z7_RJH9U5230GE3E02LECIE208D86000000_assetId=1114305967079) (set oktober 2016).
- Alamy (2016). Wrong Way sign on Trans-Canada Highway in winter near Lake Louise, Alberta, Canada, <http://www.alamy.com/stock-photo-wrong-way-sign-on-trans-canada-highway-in-winter-near-lake-louise-54121356.html>.
- ATSSA (2014). Emerging Safety Countermeasures for Wrong-way Driving. American Traffic Safety Services Association (ATSSA), Fredericksburg, VA, 2014.
- Baisyet, Rojina og Stevens, Andrew (2015). Combating Wrong Way Drivers on Divided Carriageways, Institution of Professional Engineers New Zealand (IPENZ) Transportation Conference, 2015, Christchurch, New Zealand, <http://conf.hardingconsultants.co.nz/workspace/uploads/paper-stevens-andrew-comb-54f3d517278da.pdf>.
- Baratian, Fatemeh; Zhou, Huaguo og Shaw, Jeffrey (2014). Overview of Wrong-Way Driving fatal Crashes in the United States, ITE Journal, vol. 84, nr. 8, side 41-47, [http://www.academia.edu/17431501/Overview\\_of\\_Wrong-Way\\_Driving\\_Fatal\\_Crashes\\_in\\_the\\_United\\_States](http://www.academia.edu/17431501/Overview_of_Wrong-Way_Driving_Fatal_Crashes_in_the_United_States).
- Baumberger, Berit (2006). Nytt rødt varsel ved feilkjøring, 27. juli 2006, [www.siste.no/innenriks/nytt-rodt-varsel-ved-feilkjoring/s/1-103-2212132](http://www.siste.no/innenriks/nytt-rodt-varsel-ved-feilkjoring/s/1-103-2212132).
- Blindum, Ulrik Winther (2011). Aktuell information fra Danmark – Spøgelsesbilisme, Nordisk vägmarkningskonferens Rovaniemi, Finland, februar 2011.
- Boot, Walter R.; Charness, Neil; Mitchum, Ainsley; Roque, Nelson; Stothart, Cary og Barajas, Kimberly (2015). Driving Simulator Studies of the Effectiveness of Countermeasures to Prevent Wrong-Way Crashes, rapport nr. BDV30-977-10, Florida State University, Department of Psychology, [www.fdot.gov/research/Completed\\_Proj/Summary\\_TE/FDOT-BDV30-977-10-rpt.pdf](http://www.fdot.gov/research/Completed_Proj/Summary_TE/FDOT-BDV30-977-10-rpt.pdf).
- Bramm, Cliff (2006). Wrong Way Crashes - Statewide Study of Wrong Way Crashes on Freeways in North Carolina, North Carolina Department of Transportation.
- Campbell, Bruce og Middlebrooks, Percy (1988). Wrong-Way Movements on Partial Cloverleaf Ramps. Rapport nr. FHWA-GA-88-8203, Georgia Department of Transportation. Federal Highway Administration.
- Carnis, Laurent og Kemel, Emmanuel (2014). An economic analysis of wrong-way driving and possible countermeasures. TRA - Transport Research Arena, April 2014, Paris.
- Carstensen, Gitte og Ludvigsen, Henrik (2011). Spøgelsesbilisme, Trafik & veje, nr. 3, marts 2011, side 52-54.

- Chrysler, Susan og Schrock, Steven (2005). Field Evaluations and Driver Comprehension Studies of Horizontal Signing. Rapport FHWA/TX-05/0-4471-2. Texas Transportation Institute.
- Cooner, Scott og Ranft, Steven (2008). Wrong-Way Driving on Freeways: Problems, Issues, and Countermeasures, Transportation Research Board Annual Meeting, [www.ce.siu.edu/faculty/hzhou/ww/paper/2008\\_Wrong%20Way%20Driving%20on%20Freeways%20Problems%20Issues%20and%20Countermeasures\\_paper\\_32.PDF](http://www.ce.siu.edu/faculty/hzhou/ww/paper/2008_Wrong%20Way%20Driving%20on%20Freeways%20Problems%20Issues%20and%20Countermeasures_paper_32.PDF).
- Cooner, Scott; Cothron, Scott og Ranft, Steven (2004A). Countermeasures for Wrong-Way Movement on Freeways: Overview of Project Activities and Findings, Texas Transportation Institute, rapport FHWA/TX-04/4128-1, <http://d2dtl5nnlpfr0r.cloudfront.net/tti.tamu.edu/documents/4128-1.pdf>.
- Cooner, Scott; Cothron, Scott og Ranft, Steven (2004B). Countermeasures for Wrong-Way Movement on Freeways: Guidelines and recommended practices, Texas Transportation Institute, rapport FHWA/TX-04/4128-2, <http://d2dtl5nnlpfr0r.cloudfront.net/tti.tamu.edu/documents/4128-2.pdf>.
- Copelan, Joyce E. (1989). Prevention of wrong-way accidents on freeways. Rapport FHWA/CA-TE-89-2, Sacramento, California, [www.ce.siu.edu/faculty/hzhou/ww/PREVENTION-OF-WRONGWAY-ACCIDENTS-ON-FREEWAYS.pdf](http://www.ce.siu.edu/faculty/hzhou/ww/PREVENTION-OF-WRONGWAY-ACCIDENTS-ON-FREEWAYS.pdf).
- Dreamstime (2016). Wrong Way Sign, <https://www.dreamstime.com/stock-photo-wrong-way-sign-posted-road-image48947936>.
- Fabriello, Brian og Chacon, Michael (2013). Wrong Way Driver initiative, Proceedings of the 2013 National Wrong-Way Driving Summit, Illinois Center for Transportation (ICT), rapport FHWA-ICT-14-009. <https://apps.ict.illinois.edu/projects/getfile.asp?id=3117>.
- FDOT (2015). Statewide Wrong Way Crash Study, Florida department of transportation (FDOT), april, [www.fdot.gov/traffic/PDF/Wrong %20Way%20Crash%20Study%20-%20Final%20Report-8-15.pdf](http://www.fdot.gov/traffic/PDF/Wrong%20Way%20Crash%20Study%20-%20Final%20Report-8-15.pdf).
- FHWA (2008). HSIP Guidelines, the Federal Highway Administration, <http://www.ce.siu.edu/faculty/hzhou/ww/HSIP-CH-4-2008.pdf>.
- FHWA (2009). The Manual on Uniform Traffic Control Devices – for streets and Highways (MUTCD), 2009-edition, the Federal Highway Administration, <http://mutcd.fhwa.dot.gov/pdfs/2009/mutcd2009edition.pdf>.
- FHWA (2013). Wrong Way Driving – Road Safety Audit Prompt List, the Federal Highway Administration, rapport FHWA-SA-13-032, [http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/other\\_topics/wwd/wwdrsa/](http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/other_topics/wwd/wwdrsa/).
- FHWA (2014). Highway Safety Improvement Program (HSIP), the Federal Highway Administration, <http://safety.fhwa.dot.gov/hsip/>.
- FHWA (2016). Wrong-Way Driving, 20. maj 2016, [http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/other\\_topics/wwd/](http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/other_topics/wwd/).
- Finley, Melisa D.; Venglar, Steven P.; Iragavarapu, Vichika; Miles, Jeffrey D.; Park, Eun Sug; Cooner, Scott A. og Ranft, Stephen E. (2014). Assessment of the Effectiveness of Wrong Way Driving Countermeasures and Mitigation Methods, rapport FHWA/TX-15/0-6769-1, Texas A&M Transportation Institute, <http://d2dtl5nnlpfr0r.cloudfront.net/tti.tamu.edu/documents/0-6769-1.pdf>.

- Gerlach, Jürgen; Seipel, Sebastian og Leven, Jens (2012). Falschfahrten auf Autobahnen, rapport FE 89.131/2009, Bundesanstalt für Straßenwesen (Bast), [www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Publikationen/Download-Publikationen/Downloads/V-falschfahrten-bericht-lang.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Publikationen/Download-Publikationen/Downloads/V-falschfahrten-bericht-lang.pdf?__blob=publicationFile&v=2).
- Grumel, Nicolas (2015). Code de la route : un nouveau panneau de sens interdit, motomag, 30. Juni 2015, [www.motomag.com/Code-de-la-route-un-nouveau-panneau-de-sens-interdit.html#.WBBRIeTVx9A](http://www.motomag.com/Code-de-la-route-un-nouveau-panneau-de-sens-interdit.html#.WBBRIeTVx9A).
- Helmers, Gabriel (2014). Nordic Human Factors Guideline – Explanatory model for road user behaviour – Implications for the design of road and traffic Environment, Trafitec, januar 2014.
- Herrstedt, Lene (2014). Hvordan opstår spøgelsesbilisme?, Trafik & veje, nr. 6/7, juni/juli 2014, side 32-36.
- Høye, Alena (2013). 3.28 Tiltak mot kjøring mot kjøreretningen, Trafikksikkerhetshåndboken, Transportøkonomisk institutt, <http://tsh.toi.no/index.html?160342>.
- ITARDA (2002). Highway accidents involving dangerous wrong-way traveling. Institute of Traffic Accident Research and Data Analysis (ITARDA), Tokyo, <http://www.itarda.or.jp/itardainfomation/english/info36/36top.html>.
- ITS International (2010). Wrong Way Detection System prevents accidents, improves safety, <http://www.itsinternational.com/sections/cost-benefit-analysis/features/wrong-way-detection-system-prevents-accidents-improves-safety/>.
- ITS International (2014). Texas moves to prevent wrong-way drivers, <http://www.itsinternational.com/sections/cost-benefit-analysis/features/texas-moves-to-prevent-wrong-way-drivers/>.
- Kemel, Emmanuel (2015). Wrong-way Driving Crashes on French Divided Roads, Accident Analysis and Prevention, nr. 75, side 69-76.
- Kjeldsen, Morten (2011). Teknisk fejl bremser forsøg, Randers Amtsaviser, 31. marts 2011, <http://amtsavisen.dk/bilen/teknisk-fejl-bremser-forsog>.
- Lansche, Ulli (2005). Detecting motorists driving against the traffic, Intelligent cameras – mobile use in traffic security and surveillance, Matrix Vision GmbH, [www.ce.siu.edu/faculty/hzhou/ww/paper/2005\\_Detecting%20motorists%20driving%20against%20the%20traffic\\_brochure\\_19.pdf](http://www.ce.siu.edu/faculty/hzhou/ww/paper/2005_Detecting%20motorists%20driving%20against%20the%20traffic_brochure_19.pdf).
- Larsen, Lotte og Carstensen, Gitte (2011). Spøgelsesbilisme. Rapport 374-2011. Vejdirektoratet.
- Lathrop, Sarah L.; Dick, Travis B. og Nolte, Kurt B. (2010). Fatal wrong-way collisions on New Mexico's interstate highways, 1990–2004, Journal of Forensic Sciences, vol. 55, nr. 2, side 432-437.
- Laurie, Nancy; Zhang, Shuping; Mundoli, Ravi; Duffy, Susan; Collura, John og Fisher, Donald (2004). An evaluation of alternative Do Not Enter signs: failures of attention. Transportation Research Part F, 7, 151-166.
- Leduc, Janet L. Kaminski (2008). Wrong-way Driving Countermeasures, OLR research report nr. 2008-R-0491, Connecticut, <https://www.cga.ct.gov/2008/rpt/2008-r-0491.htm>.

- Lin, Pei-Sung og Ozkul, Seckin (2016). Danger Alert – Mitigating wrong-way driving through red RRFB implementation, Road & Bridges, januar, side 46-49, [https://roadsandbridges.s3.amazonaws.com/s3fs-public/46\\_X\\_RRFB\\_0116RB.pdf](https://roadsandbridges.s3.amazonaws.com/s3fs-public/46_X_RRFB_0116RB.pdf).
- Lin, Pei-Sung; Ozkul, Seckin og Chandler, Chester (2016). Evaluation on perceived Effectiveness of Red RRFB Configurations to Reduce Wrong-Way Driving, 11th Asia Pacific Transportation Development Conference og 29th ICTPA Annual Conference, 27.-29. Mai, Hsinchu, Taiwan.
- Liu, Chiu (2013). California Wrong-Way Driving Monitoring Program, Proceedings of the 2013 National Wrong-Way Driving Summit, Illinois Center for Transportation (ICT), rapport FHWA-ICT-14-009. <https://apps.ict.illinois.edu/projects/getfile.asp?id=3117>.
- Lund, Anne Cecilie (2006). Vekkelseslys, Aftenposten, 24. juli 2006 (opdateret 20. okt. 2011) <http://www.aftenposten.no/osloby/Vekkelseslys-558845b.html>.
- Moler, Steve (2002). Stop. You're Going the Wrong Way, Public roads, vol. 66, nr. 2, Federal Highway Administration, september/oktober 2002.
- Morena, David og Ault, Kim (2013). Michigan Wrong Way Freeway Crashes, Proceedings of the 2013 National Wrong-Way Driving Summit, Illinois Center for Transportation (ICT), rapport FHWA-ICT-14-009, <https://apps.ict.illinois.edu/projects/getfile.asp?id=3117>.
- Morena, David og Leix, Tracie (2012). Where These Drivers Went Wrong. Public Roads. Vol. 75, nr. 6, side 33-41, [www.fhwa.dot.gov/publications/publicroads/12mayjune/05.cfm](http://www.fhwa.dot.gov/publications/publicroads/12mayjune/05.cfm).
- MTO (2016). Pavement markings, Ministry of Transportation, Ontario, <http://www.mto.gov.on.ca/english/dandv/driver/handbook/section3.4.0.shtml>.
- NCHRP (2008). Guidance for Implementation of the AASHTO Strategic Highway Safety Plan – Volume 20: A Guide for Reducing Head-On Crashes on Freeways, National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), rapport 500.
- NTSB (2012). Wrong-Way Driving – Highway Special Investigation Report, National Transportation Safety Board, report NTSB/SIR 12/01, Washington DC.
- NTTA (2009). Keeping NTTA roadways safe: Wrong-way driver task force staff analysis, North Texas Tollway Authority (NTTA).
- Ouyang, Yang (2013). North Texas Tollway Authority Wrong-Way Driving program, Proceedings of the 2013 National Wrong-Way Driving Summit, Illinois Center for Transportation (ICT), rapport FHWA-ICT-14-009. <https://apps.ict.illinois.edu/projects/getfile.asp?id=3117>.
- Ponnaluri, Raj V. (2016a). The odds of wrong-way crashes and resulting fatalities: A comprehensive analysis, Accident Analysis & Prevention, Vol. 88, side 105-116.
- Ponnaluri, Raj V. (2016b). Addressing wrong-way driving as a matter of policy: The Florida Experience, Transport policy, nr. 46 (2016), side 92-100.
- Pour-Rouholamin, Mahdi og Zhou, Huaguo (2015). Mitigating Wrong-Way Movements near interchange Areas Using Access management Techiques, 94th Transportation Research Board Annual Meeting.
- Pour-Rouholamin, Mahdi og Zhou, Huaguo (2016). Analysis of driver injury severity in wrong-way driving crashes on controlled-access highways, Accident Analysis & Prevention, Vol. 94, september 2016, side 80-88.



- Pour-Rouholamin, Mahdi; Zhou, Huaguo; Zhang, Beijiao og Turochy, Rod E. (2016). Comprehensive Analysis of Wrong-Way Driving Crashes on Alabama Interstates, Transportation Research Board Annual Meeting 2016, Paper 16-3999.
- Pour-Rouholamin, Mahdi; Zhou, Huaguo; Shaw, Jeffrey og Priscilla, Tobias (2015a). Current Practices of safety Countermeasures for Wrong-Way Driving Crashes, 94th Transportation Research Board Annual Meeting, <http://docs.trb.org/prp/15-3648.pdf>.
- Pour-Rouholamin, Mahdi; Zhou, Huaguo; Jalayer, Mohammad og Williamson, Michael (2015b). Application of Access Management techniques to reduce Wrong-Way Driving Near Interchange Areas, Access management Theories and Practices (ASCE).
- Regeringen; Socialdemokraterne; Dansk Folkeparti; Socialistisk Folkeparti; Det Radikale Venstre og Liberal Alliance (2010). Aftale om Forstærket indsats mod spøgelsesbilisme og bedre sikkerhed i overkørsler, 16. december 2010, [www.trm.dk/da/politiske-aftaler/2010/forstaerket-indsats-mod-spoegelsesbilisme](http://www.trm.dk/da/politiske-aftaler/2010/forstaerket-indsats-mod-spoegelsesbilisme).
- Rogers, John; Haitham, Al-Deek; Alomari, Ahmad; Gordin, Eric og Carrick, Grady (2016). Modeling the Risk of Wrong-Way Driving on Freeways and Toll Roads, 95th Transportation Research Board Annual Meeting, <http://docs.trb.org/prp/16-7029.pdf>.
- Ruer, Perrine; Cabon, Philippe og Vienne, Fabrice (2014). Prevention of wrong way accidents on highways: A human factor approach, Transport Research Arena (TRA), Paris.
- Saetern, Lai T. (2015). Wrong-Way Driving Prevention Methods – Preliminary Investigation, California Department of Transportation (Caltrans).
- Sagberg, Fridulv (2003a). Påvirkning av bilførere gjennom utforming av vegsystemet. Del III: ”Spøkelsesbilister” i feil kjøretning, TØI arbeidsdokument SM/1480/2003 av 16.04.2003, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sagberg, Fridulv (2003b). Påvirkning av bilførere gjennom utforming av vegsystemet. TØI rapport 648/2003. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sandt, Adrian; Haitham, Al-Deek; Rogers, John; Alomari, Ahmad og Gordin, Eric (2016). Modeling Driver Responses to Wrong-Way Driving Countermeasures through a Driver Survey and Countermeasure Implementation in Florida, 95th Transportation Research Board Annual Meeting, <http://docs.trb.org/prp/16-4408.pdf>.
- Scaramuzza, Gianantoni og Cavegn, Mario (2006). Geisterfahrer - unfallgeschehen - interventionen. bfu-Pilotstudie R 0605. Bern: Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu.
- Schrock, Steven; Hawkins, Gene og Chrysler, Susan (2005). Effectiveness of Lane Direction Arrows as Pavement Markings in Reducing Wrong-Way Movements on Two-Way Frontage Roads, Transportation Research Record, nr. 1918, side 63–67, [http://www.ce.siu.edu/faculty/hzhou/ww/paper/2005\\_Effectiveness%20of%20Lane%20Direction%20Arrows%20as%20pavement%20markings%20in%20reducing%20wrong%20way%20movement%20on%20Two\\_Way%20Frontage%20Roads\\_paper\\_20.pdf](http://www.ce.siu.edu/faculty/hzhou/ww/paper/2005_Effectiveness%20of%20Lane%20Direction%20Arrows%20as%20pavement%20markings%20in%20reducing%20wrong%20way%20movement%20on%20Two_Way%20Frontage%20Roads_paper_20.pdf).
- Seton (2016). Reflective Traffic Signs - Wrong Way Go Back, <http://www.seton.ca/reflective-traffic-signs-wrong-way-go-back-w4494.html>.
- Simpson, Sarah (2013). Wrong-way Vehicle Detection: Proof of Concept, rapport nr. 679, Arizona department of transportation (ADOT), <http://ntl.bts.gov/lib/47000/47400/47414/AZ697.pdf>.

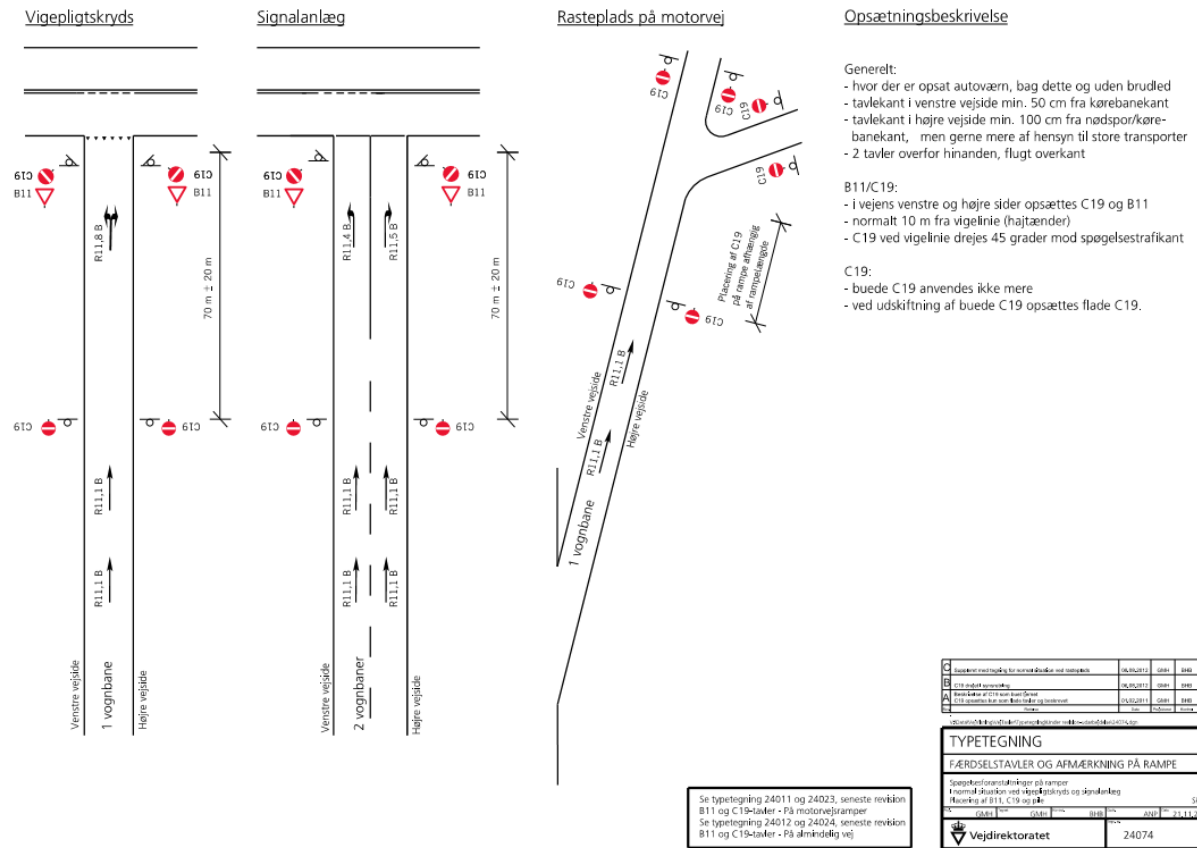
- Simpson, Sarah og Bruggeman, Dave (2015). Detection and Warning Systems for Wrong-Way Driving, rapport SPR-741, Arizona department of transportation, [https://apps.azdot.gov/ADOTLibrary/publications/project\\_reports/PDF/az741.pdf](https://apps.azdot.gov/ADOTLibrary/publications/project_reports/PDF/az741.pdf).
- Smith, Clay (2011) The San Antonio Wrong Way Driver Initiative - US 281 Pilot Project. San Antonio District. Texas Department of Transportation (TxDOT), [http://images.bimedia.net/documents/WWD+Media+Event+Power+Point\\_1.pdf](http://images.bimedia.net/documents/WWD+Media+Event+Power+Point_1.pdf).
- Smørvik, Matias (2016). Hvert halve år kjører noen feil vei, Agderposten, 26. februar, [www.agderposten.no/nyheter/hvert-halve-ar-kjorer-noen-feil-vei-1.1504739](http://www.agderposten.no/nyheter/hvert-halve-ar-kjorer-noen-feil-vei-1.1504739).
- Sørdal, Kristin (2011). Nytt trafikkskilt på norske veier, Dinside, 26.12.2011, [www.dinside.no/885564/nytt-trafikkskilt-paa-norske-veier](http://www.dinside.no/885564/nytt-trafikkskilt-paa-norske-veier).
- Sørensen, Michael W. J. (2011). Spøkelsesbilister i rundkjøringen. Samferdsel, vol. 50, nr. 6, side 16-17. <http://samferdsel.toi.no/article30603-1273.html>.
- Sørensen, Michael og Hanssen Jan U. (2011). Helhetlig inspeksjon av transportanlegg i by - Utvikling og vurdering av metode, TØI rapport 1163/2011, <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=18426>.
- Statens vegvesen (2010). Kjøring mot kjøreretningen - KMK. Rapport. Rambøll, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Politiet, [www.vegvesen.no/\\_attachment/292929/binary/516388](http://www.vegvesen.no/_attachment/292929/binary/516388).
- Statens vegvesen (2011a). Oppsummering av høring – forslag til endring i skiltforskriften, 26.09.2011, [www.vegvesen.no/\\_attachment/292932/binary/516451?fast\\_title=H%C3%B8ringsoppsummering+-+endringer+i+skiltforskriften+2011.pdf](http://www.vegvesen.no/_attachment/292932/binary/516451?fast_title=H%C3%B8ringsoppsummering+-+endringer+i+skiltforskriften+2011.pdf).
- Statens vegvesen (2011b). Nytt skilt skal stoppe 'spøkelsesbilister', 20.12.2011, [www.vegvesen.no/om+statens+vegvesen/presse/nyheter/Nasjonalt/nytt-skilt-skal-stoppe-sp%C3%B8kelsesbilister](http://www.vegvesen.no/om+statens+vegvesen/presse/nyheter/Nasjonalt/nytt-skilt-skal-stoppe-sp%C3%B8kelsesbilister).
- Statens vegvesen (2012). Trafikkskilt - Del 3 Forbudsskilt, påbudsskilt, opplysningsskilt og skilt med trafikksikkerhetsinformasjon, normal N300, [www.vegvesen.no/\\_attachment/69739/binary/964083?fast\\_title=H%C3%A5ndbok+N300+Trafikkskilt%2C+del+3+Forbudsskilt%2C+p%C3%A5budsskilt%2C+opplysningsskilt+og+skilt+med+trafikksikkerhetsinformasjon+%2811+MB%29.pdf](http://www.vegvesen.no/_attachment/69739/binary/964083?fast_title=H%C3%A5ndbok+N300+Trafikkskilt%2C+del+3+Forbudsskilt%2C+p%C3%A5budsskilt%2C+opplysningsskilt+og+skilt+med+trafikksikkerhetsinformasjon+%2811+MB%29.pdf).
- Statens vegvesen (2015). Vegoppmerking - Tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming, normal N302, [www.vegvesen.no/\\_attachment/69741/binary/1081797?fast\\_title=H%C3%A5ndbok+N302+Vegoppmerking.pdf](http://www.vegvesen.no/_attachment/69741/binary/1081797?fast_title=H%C3%A5ndbok+N302+Vegoppmerking.pdf).
- SWOV (2009). Fact sheet - Wrong-way driving. August 2009, Leidschendam, [https://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS\\_Wrong\\_way\\_driving.pdf](https://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS_Wrong_way_driving.pdf).
- Tallgirltales (2016). Dual-carriageway-sign, <https://tallgirltales.com/tag/dual-carriageway-sign>, set oktober 2016.
- Thurman, Terry (2013). HCTRA's Law Enforcement Approach for Wrong Way Detection & Correction. Proceedings of the 2013 National Wrong-Way Driving Summit, Illinois Center for Transportation (ICT), rapport FHWA-ICT-14-009. <https://apps.ict.illinois.edu/projects/getfile.asp?id=3117>.
- Topolsek, Darja (2007). Prevention of wrong-way driving on freeways, Transport & Transportation, vol. 19, nr. 5, side 311-321.

- Topolsek, Darja og Lipicnik, Martin (2009). System dynamic model of measures for reducing the number of road accidents due to wrong-way movement on motorways, *Traffic – traffico*, vol. 21, nr. 2, side 85-91, marts.
- Torgersen, Hans O. (2016). Fire omkomne i to ulykker med ”Spøgelsesbilister” i Danmark, *Aftenposten*, 24. januar, [www.aftenposten.no/verden/Fire-omkomne-i-to-ulykker-med-spogelsesbilister-i-Danmark-11778b.html](http://www.aftenposten.no/verden/Fire-omkomne-i-to-ulykker-med-spogelsesbilister-i-Danmark-11778b.html).
- Trafikverket (2015). Varning för spökförare, 23. september 2015, [www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/ny-teknik-i-transportsystemet/its-intelligenta-transportsystem/its-pa-vag/informera-och-varna-trafikant/varning-for-spokforare/](http://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/ny-teknik-i-transportsystemet/its-intelligenta-transportsystem/its-pa-vag/informera-och-varna-trafikant/varning-for-spokforare/).
- TxDOT (2016). The San Antonio Wrong Way Driver Initiative, Texas Department of Transportation (TxDOT), <http://www.transguide.dot.state.tx.us/SAT/wwd/> (set oktober 2016).
- Vägverket (1999). Åtgärder för att förhindra felkörning på motorvägar ”spökkörning”, Vägverkets beteckning: TR30-A 1999:12824, [www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/Vart-trafiksakerhetsarbete/Skyldfonden/Projekt/Slutforda-projekt/Vagen--Trafikmiljon/Vagen/Felkorning-pa-motorvagar-spokkorning/](http://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/Vart-trafiksakerhetsarbete/Skyldfonden/Projekt/Slutforda-projekt/Vagen--Trafikmiljon/Vagen/Felkorning-pa-motorvagar-spokkorning/).
- Vaswani, Nari K. (1977). Experiments with a Divided Highway Crossing Sign to Reduce Wrong-way Driving. Rapport nr. VHTRC 77-R36. Virginia Highway & Transportation Research Council, [http://www.ce.siue.edu/faculty/hzhou/ww/paper/1977\\_EXPERIMENTS%20WITH%20A%20DIVIDED%20HIGHWAY%20CROSSING%20SIGN%20TO%20REDUCE%20WRONG-WAY%20DRIVING\\_report\\_3.pdf](http://www.ce.siue.edu/faculty/hzhou/ww/paper/1977_EXPERIMENTS%20WITH%20A%20DIVIDED%20HIGHWAY%20CROSSING%20SIGN%20TO%20REDUCE%20WRONG-WAY%20DRIVING_report_3.pdf).
- Vejdirektoratet (2010). Intelligente transportsystemer - ITS på vej, rapport 367, [www.vejdirektoratet.dk/DA/viden\\_og\\_data/publikationer/Lists/Publikationer/Attachments/32/ITS%20p%c3%a5%20vej%20rapport\\_367.pdf](http://www.vejdirektoratet.dk/DA/viden_og_data/publikationer/Lists/Publikationer/Attachments/32/ITS%20p%c3%a5%20vej%20rapport_367.pdf).
- Vejdirektoratet (2012). Pulje til bedre trafiksikkerhed - status på sikkerhedsprojekter, [http://www.vejdirektoratet.dk/DA/viden\\_og\\_data/publikationer/Lists/Publikationer/Attachments/474/Pulje%20til%20bedre%20trafiksikkerhed.pdf](http://www.vejdirektoratet.dk/DA/viden_og_data/publikationer/Lists/Publikationer/Attachments/474/Pulje%20til%20bedre%20trafiksikkerhed.pdf).
- Vejdirektoratet (2016a). Spøgelsesbilister, Vejdirektoratet, 25. januar 2016, [http://vejdirektoratet.dk/DA/viden\\_og\\_data/temaer/trafiksikkerhed/Sider/Sp%C3%B8gelsesbilister.aspx](http://vejdirektoratet.dk/DA/viden_og_data/temaer/trafiksikkerhed/Sider/Sp%C3%B8gelsesbilister.aspx).
- Vejdirektoratet (2016b). Antallet af meldte spøgelsesbilister er historisk lavt, 17. januar 2016, <http://www.vejdirektoratet.dk/DA/om-os/nyheder-og-presse/pressemeddelelser/Sider/Antallet-af-meldte-sp%C3%B8gelsesbilister-er-historisk-lavt-.aspx>.
- Vicedo, Pierre (2006). Prevention and management of ghost drivers incidents on motorways: The French experience - The contribution of ITS to immediate detection and optimum management of ghost drivers incidents. The European Association of Motorway Concessionaries (TSECAP), Pula, Kroatien, 21-24. maj. [www.ce.siue.edu/faculty/hzhou/ww/paper/2006\\_prevention%20and%20management%20of%20ghost%20drivers%20incidents%20on%20motorways\\_paper\\_23.pdf](http://www.ce.siue.edu/faculty/hzhou/ww/paper/2006_prevention%20and%20management%20of%20ghost%20drivers%20incidents%20on%20motorways_paper_23.pdf).
- Vicedo, Pierre (2007). Prevention and management of ghost drivers incidents: The French experience, *Tollways*, vol. 4, nr. 3, side 43-49.
- Wiki (2016). File:A40 sortie 14 B1 B1j.jpg, set oktober, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A40\\_sortie\\_14\\_B1\\_B1j.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A40_sortie_14_B1_B1j.jpg).

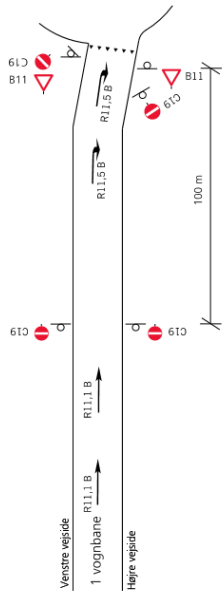
- Wikipedia (2016a). Wrong-way driving, set april, [https://en.wikipedia.org/wiki/Wrong-way\\_driving](https://en.wikipedia.org/wiki/Wrong-way_driving).
- Wikipedia (2016b). Falschfahrer, set oktober, <https://de.wikipedia.org/wiki/Falschfahrer>.
- Wikipedia (2016c). Spookrijder, set oktober, <https://nl.wikipedia.org/wiki/Spookrijder>.
- Wikipedia (2016d). Right- and left-hand traffic, set oktober, [https://en.wikipedia.org/wiki/Right-\\_and\\_left-hand\\_traffic](https://en.wikipedia.org/wiki/Right-_and_left-hand_traffic), 2016.
- Xing, Jian (2015). Characteristics of Wrong-Way Driving on motorways in Japan, IET Intelligent Transport systems, vol. 9, nr. 1, side 1-9.
- Xing, Jian (2016). Evaluation of Roadside Wrong-Way Warning Systems with Different Types of Sensors, Journal of traffic and Transportation Engineering, nr. 4, 2016, side 155-166.
- Zhou, Huaguo og Pour-Rouholamin, Mahdi (2014). Guidelines for Reducing Wrong-Way Crashes on Freeways, Illinois Center for Transportation (ICT), Rapport FHWA-ICT-14-010, [www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/48998/FHWA-ICT-14-010.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/48998/FHWA-ICT-14-010.pdf?sequence=2&isAllowed=y).
- Zhou, Huaguo og Pour-Rouholamin, Mahdi (edt.) (2013). Proceedings of the 2013 National Wrong-Way Driving Summit, Illinois Center for Transportation (ICT), rapport FHWA-ICT-14-009. <https://apps.ict.illinois.edu/projects/getfile.asp?id=3117>.
- Zhou, Huaguo; Wang, Lin; Neath, Andrew og Fries, Ryan (2013). Contributing Factors regarding Wrong-Way driving on Illinois Freeways, 16<sup>th</sup> Road Safety on Four Continents, Beijing, 15.-17 maj 2013.
- Zhou, Huaguo; Zhao, Jiguang; Fries, Ryan; Reisi, Mostafa; Wang, Lin; Vaughn, Brent; Bahaaldin, Karzan og Ayyalasomayajula, Balasubrahmanyam (2012). Investigation of Contributing Factors regarding wrong-way driving on freeways, Illinois Center for Transportation (ICT), Rapport FHWA-ICT-12-010, <http://cetrans.isg.siue.edu/wwd/FHWA-ICT-12-010.pdf>.
- Zhou, Huaguo; Zhao, Jiguang; Pour-Rouholamin, Mahdi og Priscilla, Tobias (2015). Statistical Characteristic of Wrong-Way Driving Crashes on Illinois Freeways, Traffic Injury Prevention, vol. 16, nr. 8, side 760-767.

## Appendiks 1. Skilte- og afmærkningsplaner

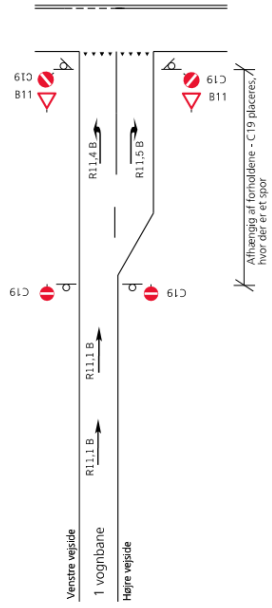
I dette appendiks ses skilte- og afmærkningsplaner for ramper i Danmark.



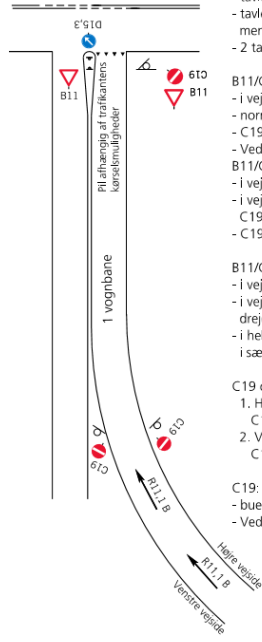
Rundkørsel



Eksisterende anlæg i vigepligtskryds med opmarchsåb



B-anlæg



Opsætningsbeskrivelse

Generelt:  
 - hvor der er opsat autoværn, bag dette og uden brudled  
 - tavlekant i venstre vejside min. 50 cm fra kørebaneant  
 - tavlekant i højre vejside min. 100 cm fra nødspor/kørebaneant,  
 men gerne mere af hensyn til store transporter  
 - 2 tavler overfor hinanden, flugt overkant

B11/C19 opsat i rudeanlæg:  
 - i vejens venstre og højre sider opsættes C19 og B11  
 - normalt 10 m fra vigelinie (hajtænder)  
 - C19 drejes 45 grader mod spørgelsestrefikanten  
 - Ved udskitfning af buede C19 opsættes flade C19.  
 B11/C19 opsat i rundkørsel:  
 - i vejens venstre side opsættes C19 under B11  
 - i vejens højre side opsættes C19 og B11 på hver sin stander,  
 C19 skal have samme underkant tavle som i vejens venstre side.  
 - C19 drejes 45 grader mod spørgelsestrefikanten

B11/C19 opsat i B-anlæg:  
 - i vejens højre side opsættes C19 under B11  
 - i vejens venstre side opsættes C19,  
 drejes 45 grader mod spørgelsestrefikanten.  
 - i helle ved til- og frakørsel opsættes D15,3 og B11,  
 i særlige tilfælde erstattes D15,3 med P11, materialetype 4.

C19 opsat som spørgelsestrefikant:  
 1. Hvor rampen er udformet med kurve, placeres spørgelsestrefikant, C19, på stedet, hvor midterrabat er min. 3,0 m.  
 2. Ved ramper med flere vognbaner, placeres spørgelsestrefikant, C19, hvor en vognbane går over i flere vognbaner.

C19:  
 - buede C19 anvendes ikke mere  
 - Ved udskitfning af buede C19 opsættes flade C19.

B	C19 B11 ramning	24.03.2012	2012	2012	2012
A	Forbedring af C19 ramning	24.03.2012	2012	2012	2012
A	C19 ramning med B11-tavler og trafikant	24.03.2012	2012	2012	2012

TYPETEGNING					
FÆRSESTAVLER OG AFMÆRKNING PÅ RAMPE					
Spørgelsestrefikant på rampe					
Formål: at sikre ved udskitfning af B11 og B-anlæg					
Hævedning af B11, C19-Tavler og på					
01	02	03	04	05	06
07	08	09	10	11	12
Vejdirektoratet		24075		B	

Se typetegning 24011 og 24023, seneste revision  
 B11 og C19-tavler - På motorvejsramper  
 Se typetegning 24012 og 24024, seneste revision  
 B11 og C19-tavler - På almindelig vej



## Transportøkonomisk institutt (TØI) Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside [www.toi.no](http://www.toi.no).

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se [www.ciens.no](http://www.ciens.no)). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transport og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

### Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt  
Gautstadalléen 21  
NO-0349 Oslo

22 57 38 00  
[toi@toi.no](mailto:toi@toi.no)  
[www.toi.no](http://www.toi.no)