

## **Nordisk Seminar om Vejafmærkning 9. – 10. februar 2005 i København**

Lene Herrstedt, civ.ing. Ph.D.  
Trafitec ApS  
lh@trafitec.dk  
www. Trafitec.dk

### **Rumlestriber**

*Rumlestriber på veje i åbent land anvendes i stort omfang i USA med det primære formål at forbedre trafiksikkerheden. Erfaringerne med forskellige udformninger af rumlestriber og den sikkerhedsmæssige effekt er undersøgt og dokumenteret i en række amerikanske artikler. Her gives en kortfattet opsummering af eksisterende viden om brugen af rumlestriber i USA.*

#### ***Formålet med Rumlestriber***

Formålet med brugen af rumlestriber er at stimulere bilisternes opmærksomhed ved brug af lyd og vibrationer. Rumlestriber bruges både i selve køresporet, langs kørebanens kantlinier og midtlinier.

Rumlestriber på tværs af selve køresporet anvendes typisk på steder hvor bilisterne skal ned i hastighed. Det vil sige ved indkørsel til by fra åbent land, op til stopsignaler ved kryds uden for byer og lignende.

Rumlestriber langs kørebanens kantlinier har været anvendt i en årrække med det formål at vække døsig og uopmærksomme bilister, så de undgår at køre af vejen. Den primære sikkerhedseffekt er derfor en reduktion af eneulykker med bilister, der kører af vejen.

I de senere år er der i en række stater i USA også etableret rumlestriber langs centerlinien på to-sporede veje i åbent land med det formål at reducere overhalings- og mødeulykker.

Biler der kører af sporet i den ene eller anden retning tegner sig totalt set for cirka 20 % af alle bilulykker i USA og for cirka 40 % af de trafikdræbte. I åbent land udgør denne type ulykker hele 60 % (ref.5). De samfundsmæssige omkostninger er opgjort til 80 milliarder USD om året. Der er således et åbenlyst behov for at finde effektive metoder til at reducere ulykkerne.

#### ***Udformning af rumlestriber***

Rumlestriber kan i princippet udformes – enten som forhøjede striber på vejbanen - eller som fordybninger i vejbanen. I USA har man gennem årene forsøgt sig med mange forskellige udformninger – og faktisk er der tale om et mangeårigt udviklingsprojekt.

- De forhøjede rumlestriber (*raised rumble strips*) udføres enten som termoplast der ved opvarmning påklistres kørebanen eller i form af påsatte forhøjede elementer af anden art.

- Formtrykte rumlestriber (*rolled-in rumble strips*) laves i den varme asfalt under udlægning af slid lag før det køler ned. De formes ved brug af en tromle forsynet med en bjælke, der presses ned i den bløde overflade. Tilsvarende er ”*corrugated rumble strips*” fordybninger formet i den friske våde cement beton.
- Nedfræsedede rumlestriber (*milled rumble strips*) er en relativ ny type og den absolut mest benyttede type i USA i dag. De skæres ned i den eksisterende vejbelægning ved brug af en roterende tromle forsynet med skærehoved. Udskæringerne udføres efter specifikke mål og placeres vinkelret på køreretningen.

Selv om de første forsøg med rumlestriber blev lavet allerede i 1950'erne, er størstedelen af den forskning, der er udført om brugen og den sikkerhedsmæssige effekt af rumlestriber, fra 1980'erne og frem. Implementeringen af nedfræsedede rumlestriber tog fart i 1990'erne

### ***Sikkerhedseffekten af rumlestriber langs kantlinier***

Den sikkerhedsmæssige effekt af rumlestriber langs kørebanens kantlinie er veldokumenteret i en række undersøgelser. Antallet af ulykker med biler der kører af vejen reduceres med op til 70 %. (ref.5).

Forskellige studier af den trafikikkerhedsmæssige effekt af at bruge formtrykte rumlestriber viser en reduktion i ulykker med biler, der kører af vejen på mellem 9 % og 49 %.

Nyere erfaringer med nedfræsedede rumlestriber dokumenterer ligeledes en klar trafikikkerhedsmæssig effekt. I Pennsylvania har man opnået en reduktion på 70 % i ulykker med biler der kører af vejen. I Tennessee har man opnået en reduktion på 31 %, og i Virginia – hvor man begyndte at installere nedfræsedede rumlestriber i 1994 og nu har etableret disse på det samlede Interstate Highway vejnet uden for byer, har man fået en reduktion på 51 % i ulykker med biler, der kører af vejen, og en tilsvarende reduktion i antallet af dødsulykker på 48 %.(ref..1)

### ***Nedfræsedede rumlestriber langs kantlinier***

Nedfræsedede rumlestriber er i dag den mest anvendte type, når der i USA etableres rumlestriber langs kantlinier i åbent land. Det er den blevet inden for de seneste ti år. Den bruges af 92 % af alle staterne. Den kan etableres på eksisterende vej og behøver ikke at blive etableret mens asfalten er varm. Det giver en større fleksibilitet for entreprenørerne m.h.t. hvornår den kan installeres.

Med baggrund i de samlede erfaringer med udformninger og effekter af nedfræsedede rumlestriber, anbefaler Federal Highway Administration, som er den nationale vejmyndighed i USA, disse dimensioner for etablering (ref.3,1) af rumlestriberne:

- Længde L = 7 '' (175mm) i køreretningen
- Bredde W= 16 '' (400 mm) vinkelret på køreretningen
- Dybde D = 0,5'' (13 mm)
- Afstand = Spacing = 12'' (300 mm) for afstanden mellem stribernes centerlinier

De fleste stater (cirka 85 %) anvender dimensioner i overensstemmelse med disse anbefalinger.

Federal Highway Administration (FHWA) har ikke fastsat en anbefalet afstand fra kantlinie til rumlestriben. Praksis varierer fra 50 – 900 mm. En afstand på cirka 150 mm er den hyppigst anvendte. I flere stater afhænger den valgte afstand af den samlede bredde af det befæstede areal uden for kantlinien.

### ***Cyklisterne og nedfræsedes rumlestriber langs kantlinier***

Af hensyn til cyklisterne anbefales det, at der laves ophold mellem sektionerne med de nedfræsedes rumlestriber. I 26 % af staterne har man denne praksis. Der er dog ikke nogen klar anbefaling med hensyn til, hvor langt dette gab mellem rumlesektionerne bør være, og i praksis varierer det meget. Det mest almindelige er et mønster med et gab på 12 ft. svarende til 3,7m efterfulgt af en rumlesektion på 48 ft. svarende til 14.6 m.

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) og Federal Highway Administration (FHWA) anbefaler i den nye Technical Advisory fra 2003 (ref. 3), af hensyn til cyklisterne, en minimumsafstand på 1.2 m fra yderkanten af rumlestriben til kanten af det befæstede køreareal og minimum 1.5 m fra ydersiden af rumlestriben til rækværk, kantsten eller lignende.

### ***Erfaringer i øvrigt med brugen af nedfræsedes rumlestriber langs kantlinier***

Støjmålinger har vist, at støjpåvirkningen fra nedfræsedes rumlestriber er 3 dB højere end for formtrykte striber. Fra resultaterne af en rundspørge til de statslige vejbestyrelser i starten af 1990'erne (ref. 2) fremgik det, at der i 22 % af besvarelserne oplyses om støjklager fra rumlestriber af forskellige typer. En nyere rundspørge til staternes transportdepartementer udført i 2002 viste næsten samme resultat, nemlig at 17 % af staterne havde støjklager fra omkringboende.(ref.1)

Omkostningerne ved etablering af nedfræsedes rumlestriber langs kantlinier varierer en del. Enhedsprisen aftager med stigende samlet længde for etablering. Enhedsprisen ligger mellem 0,05 USD – 1,50 USD per fod. Et eksempel fra en enkelt stat: Ved etablering af 2500 km er prisen cirka 174 USD per km. Omregnet til danske kroner (1 USD = 6.14 DKR) svarer det til cirka 1068 kr. per km.

I 40 % af staterne har man den praksis at nedfræsedes rumlestriber dækkes til, hvis biltrafikken f.eks. i forbindelse med vejarbejde omdirigeres hen over kantlinierne.

### ***Nedfræsedes rumlestriber langs midtlinier***

En del stater i USA samt Canadiske provinser har i de senere år som forsøg etableret nedfræsedes rumlestriber langs midtlinien på tosporede veje i åbent land med det formål at reducere mødeulykker og andre ulykker i forbindelse med overskridelse af vejmidten. 26 % af de amerikanske stater, der anvender nedfræsedes rumlestriber langs kantlinierne bruger nu også i et vist omfang nedfræsedes rumlestriber langs midtlinierne, mens yderligere 11 % af staterne overvejer at implementere dem.

Der findes endnu ikke nogen standard for udformningen af disse rumlestriber, der adskiller modkørende trafikstrømme. Der er i år 2000 gennemført et udviklingsprojekt (ref. 5) på det overordnede vejnet i staten Kansas med det formål at finde frem til de optimale dimensioner og

mønstre for udlægning af disse striber i vejmidten ud fra støjniveauer og vibrationseffekterne for bilerne, der passerer hen over striberne. 12 forskellige mønstre blev etableret på en øde teststrækning. Testkørsler blev udført med syv forskellige biler, der passerede striberne ved forskellige hastigheder. Støjniveauet og vibrationerne inde i bilen blev målt. Ud fra måleresultaterne blev to af de 12 mønstre i 2003 udvalgt til videre test - dels i åbent land og dels i byområde i staten Kansas. De to mønstre blev valgt ud fra at de frembragte de højeste støjniveauer (87 og 89 dB) og vibrationseffekter inde i bilen. Det ene mønster består af fortløbende 12 inch (300 mm) lange nedfræsedede rumlestriber med en afstand på 12 inch (300 mm) mellem stribernes midtlinier. Det andet mønster består ligeledes af fortløbende 12 inch (300 mm) lange nedfræsedede rumlestriber, men med en afstand på 24 inch (600 mm) mellem stribernes midtlinier.

### ***Sikkerhedseffekter af nedfræsedede rumle striber langs midtlinier***

Erfaringerne efter 3 år på en tosporet kuperet vejstrækning i Colorado viste en reduktion på 36 % i mødeulykker og 34 % i trængningsulykker. Erfaringerne viste også, at der var problemer med tilsandning og sne i de nedfræsedede rumlestriber (ref.1)

Et tilsvarende forsøg i Delaware har resulteret i en reduktion på 95 % i mødeulykker og 55 % i andre ulykker med overskridelse af midtlinie. Inden for de sidste tre år før etableringen var der seks dødsulykker – alle mødeulykker – mens der i de syv år der er gået efter etableringen ikke er forekommet dødsulykker (ref.1). De nedfræsedede rumle striber i Delaware er udført i overensstemmelse med FHWA's anbefalinger (ref.3) dog med en bredde på 600 mm i stedet for 400 mm vinkelret på køreretningen.

I 1996 og 1998 blev der, som forsøg, etableret rumlestriber langs vejmidten på tre statsruter i Massachusetts. Der har indtil videre ikke kunnet påvises nogen signifikant reduktion i uheldsfrekvens som følge af rumlestriberne. Men der konstateres en positiv tendens til fald i dødsulykker.

### ***Effekter på trafikanternes adfærd ved brug af nedfræsedede rumle striber langs midtlinier***

Undersøgelser udført ved Pennsylvania State University har vist, at bilister placerer sig længere til højre i køresporet efter etablering af nedfræsedede rumle striber langs vejmidten på tosporede veje i åbent land. De vælger at placere sig med en lidt længere afstand til midtlinien – mere centralt i køresporet end før – og variationen i sideværts placeringen reduceres signifikant (ref. 7). Sporbredderne på de to forsøgstrækninger var 11 ft og 12 ft og øgningen i afstand til centerlinien blev målt til henholdsvis + 3 inch og + 5,5 inch. Der kunne ikke påvises nogen entydig ændring af middelhastighed og hastighedsvariationen som følge af etablering af rumlestriberne.

Bilisters reaktion på kørsel hen over rumlestriber - dels langs vejmidten og dels langs vejen i højre side - er også undersøgt i simulatorforsøg (ref. 6). Det blev konkluderet, at rumlestriber i vejmidten er effektive til at vække bilisternes opmærksomhed. Forsøgene viste, at bilisterne reagerede hurtigere med hensyn til at korrigere bilens kurs i forbindelse med rumlestriberne i vejmidten sammenlignet med rumlestriberne langs vejens kantlinie i højre side. Langt størstedelen af bilisterne reagerer som ønsket ved straks at korrigere til højre. Men 27 % af testpersonerne lavede først korrektion til venstre i stedet for højre ved berøring af rumlestriberne i vejmidten! Om denne adfærd skyldes forvirring med hensyn til at skelne mellem hensigtsmæssig reaktion på rumlestriber i vejmidte og rumlestriber langs vejkantens højre side - eller om det kan forklares ved

omstændigheder i laboratorieforsøgets rammer og tilrettelæggelse, kan der desværre ikke siges noget præcist om. Det kan dog ikke afvises, at nogle bilister ind imellem kan forvirres af signalerne ved berøring med rumlestriber i vejmidten og dermed reagerer u hensigtsmæssigt i første omgang. Alle testpersonerne reagerede hensigtsmæssigt ved berøring af rumlestriberne langs vejen i højre side.

### ***Behov for mere viden om nedfræsedede rumlestriber:***

Ud fra opsummeringen af de amerikanske erfaringer om nedfræsedede rumlestriber er der behov for mere viden på følgende punkter:

- Undersøgelse til fastlæggelse af en anbefalet afstand fra kantlinien til rumlestriber.
- Undersøgelse til bestemmelse af en passende gab-længde mellem rumlesektioner af hensyn til cyklister samt forslag til hvornår det er påkrævet at etablere dem
- Udvikling af dimensionerne for nedfræsedede rumlestriber med det formål at forbedre vibrationseffekten uden samtidig at øge støjgenerne for omkringboende.
- Et storskalaforsøg til bestemmelse af sikkerhedseffekt ved brug af nedfræsedede rumlestriber langs vejenes midtlinier.
- Undersøgelse af effekten og synligheden af stribeafmærkning placeret oveni nedfræsedede rumlestriber.
- Undersøgelse af trafikanternes reaktion på berøring af rumlestriber langs midtlinier sammenlignet med rumlestriber langs kantlinier med fokus på muligheden for at udvikle forskellige lydsignaler, som gør det lettere for bilisterne at skelne og reagere hensigtsmæssigt i de to forskellige trafikale situationer.

### **Referencer:**

- 1) Torochy, Rod E. *Shoulder Rumble Strips: Evolution, Current Practise and Research needs*. Department of Civil Engineering, Auburn University. The 83<sup>rd</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board 2004.
- 2) Harwood, D.W. *Use of Rumble Strips to Enhance Safety*, NCHRP Synthesis 191, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington D.C., 1993
- 3) Federal Highway Administration. *Technical Advisory: Roadway Shoulder Rumble Strips*. Accessed March 2003.
- 4) Carrasco, O., McFadden, J., Chandhok, P. *Evaluation of the Effectiveness of Shoulder Rumble Strips on Rural Multi-lane Divided Highways in Minnesota*. Transportation Research Board Annual Meeting 2004.
- 5) Rys, M. J., Russel, E. R., Brin, T. S. *Evaluation of Milled Centerline Rumble Strip Patterns*, Journal of the Transportation Research Forum, Vol.57, No 4, 2003. Washington D. C.
- 6) Noyce, D.A., Elango, V.V. *Safety Evaluation of Centerline Rumble Strips: A Crash and Driver Behaviour Analysis*. The 83rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, January 2004.
- 7) Porter, R.J., Donnell, E.T., Mahoney, K.M. *Evaluation of the Effects of Centerline Rumble Strips on Lateral Vehicle Placement and Speed*. TRB 2004 Annual Meeting.
- 8) Morena, David. *Rumbling Toward Safety*. Public Roads vol. 67 no 2 – september/oktober 2003. US Department of Transportation, Federal Highway Administration

- 9) Persaud, B. N., Retting, R. A., Lyon, C. A.. *Crash reduction following installation of centreline rumble strips on rural two-lane roads*. Accident Analysis and Prevention 36. 1073-1079.2004.



Figur 1: Forhøjede rumlestriber udført i termoplast



Figur 2: Formtrykte rumlestriber (ref. 8).  
De etableres i den varme asfalt ved brug af en tromle forsynet med en bjælke, der former en stribe, når den trykkes ned i asfalten.



Figur 3: Nedfræsede rumlestriber (ref. 8) skæres ud i den eksisterende vejbelægning ved brug af en roterende tromle forsynet med skærehoved.



*Figur 4: Tromle til etablering af formtrykte rumlestriber i våd asfalt (ref 8).*



*Figur 5: Fortløbende nedfræsede rumlestriber langs kantlinie (ref. 8)*



*Figur 6: Fortløbende nedfræsede rumlestriber langs midtlinien.*