



Erfaringsopsamling om trafiksanering med hastighedsdæmpning

Vejbump



Vejdirektoratet
Vejstandardafdelingen
29. marts 2004

Indhold

1.0 Indledning	3
2.0 Godkendte bumptyper	4
2.1 De fem hovedtyper	4
3.0 Krav til udformning af vejbump	5
3.1 Krav til udformning ifølge bekendtgørelse	5
4.0 Etablering af vejbump	6
4.1 Anlægspriser	6
4.2 Etablering ved brug af skabelon	6
4.3 Hvordan kontrolleres bumpudformninger?	6
4.4 Synligheden af bump	6
4.5 Afmærkning af bump	7
4.6 Belysning af bump	8
4.7 Busvenlige bump	8
5.0 Effekter og erfaringer med vejbump	10
5.1 Erfaringerne med pukkelbump	10
5.2 Erfaringerne med kombibump	12
5.3 Midlertidige bump	14
5.4 Effekter på hastighed og trafiksikkerhed	14
5.5 Afstande mellem bump	16
6.0 Problemerne med vejbump	17
6.1 Bump og rygskader	17
6.2 Bump og vibrationer på chauffører	18
6.3 Bump og vibrationer i bygninger	18
6.4 Bump og støj	19
6.5 Bump og luftforurening	20
6.6 Bump og udrykningskøretøjer	20
6.7 Cyklister og bump	20
6.8 Knallerter og bump	21
Referencer	22

1. Indledning

Vejbump er en, blandt mange, hastighedsdæmpende foranstaltninger, som vejbestyrelserne kan benytte for at sikre, at trafikanterne overholder den hastighed som skønnes forsvarlig.

Vejbump kan anvendes som hastighedsdæmper på veje med ønsket hastighed 50 km/t eller derunder. De kan anvendes i fartdæmpere med 2 spor og ved indsnævring til kun 1 spor.

Danske vejbumpe skal udformes således at bilister, der passerer bumpene med den skilte hastighed, ikke skal føle noget særligt ubehag. Buschauffører skal dog, for at opnå samme komfortoplevelse som bilisterne, passere bumpene cirka 15 km/t langsommere end den skilte hastighed.

Bumpene skal udformes således, at ubehaget ved passage stiger med stigende hastighed. Undersøgelser foretaget af Vejdirektoratet i 1999 (ref. 41) viste, at kun cirka 15 % af trafikanterne vælger at passere korrekt udformede vejbumpe med højere hastighed end den skilte.

Vejbump er den hyppigst anvendte og den mest effektive fysiske hastighedsdæmper. Hertil kommer at det er en af de billigste at etablere.

Det er ikke alle vejbumpe, der er udført i overensstemmelse med anbefalingerne, og det giver anledning til problemer for bl.a. buschauffører.

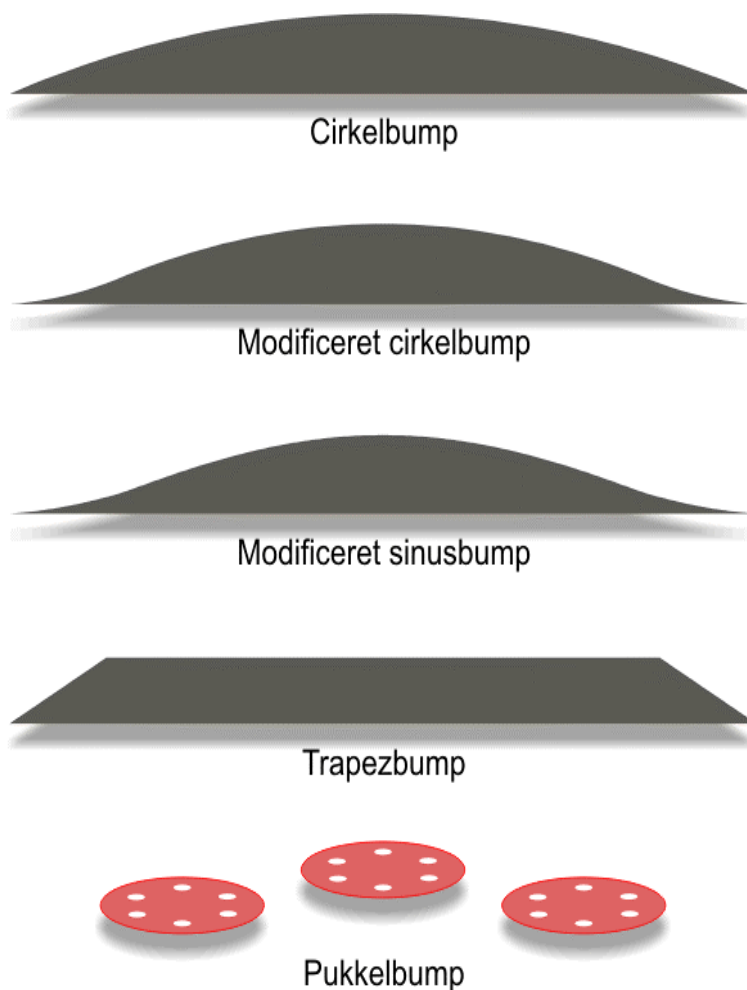


Figur 1.1: Vejbumpe er den hyppigst anvendte fysiske hastighedsdæmper.

2. Godkendte bumptyper

2.1 De fem hovedtyper

I kataloget over typegodkendte bump (ref. 1) indgår følgende fem hovedtyper:



I kataloget findes detaljerede anvisninger på udformning af de forskellige bumptyper m.h.t. længder og højder af bump tilpasset forskellige passagehastigheder.

De godkendte bumptyper udført efter disse anvisninger opfylder funktionskravene i Bekendtgørelse om hastighedsdæmpende vejbump (ref. 2). Andre bump kan kun anvendes, hvis de ifølge test lever op til samme funktionskrav. For at få godkendt en anden bumptype, skal vejbestyrelsen indsende en testrapport til Vejdirektoratet med oplysninger om geometri, tolerancekrav og anvendeshastighed. Det testede bump vil da efter typegodkendelse kunne indgå i kataloget.

3. Krav til udformning af vejbump

3.1 Krav til udformning ifølge Bekendtgørelse

Ifølge Trafikministeriets ”Bekendtgørelse om hastighedsdæmpende vejbump”, bekendtgørelse nr. 825 af 2.oktober 2002, stilles der følgende funktionskrav til bump:

”Hastighedsdæmpende vejbump skal være udformet således, at en fører af en personbil ved passage med den ønskede hastighed udsættes for en lodret acceleration på 0,65 til 0,75 gange tyngdeaccelerationen G . En fører af et tungt køretøj skal ved passage med 15 km/t langsommere end den ønskede hastighed udsættes for en lodret acceleration på 0,65 til 0,75 gange tyngdeaccelerationen G .”

”Hvis det hastighedsdæmpende vejbump udformes som et pukkelbump (paddehattebump) skal en fører af en personbil ved passage med den ønskede hastighed udsættes for en lodret acceleration på 0,5 til 0,75 gange tyngdeaccelerationen G . En fører af et tungt køretøj skal ved passage med den ønskede hastighed udsættes for en lodret acceleration på mindre end 0,5 gange tyngdeaccelerationen G .”

”For alle vejbumptyper skal den lodrette acceleration være stigende med stigende hastighed”

Eksisterende vejbump på veje, hvor der ikke kører bus i rute skal bringes i overensstemmelse med disse krav inden den 1. august 2007.

4. Etablering af vejbump

4.1 Anlægspriser for bump

Ifølge en spørgeskemaundersøgelse blandt danske kommuner udført af Atkins for Vejdirektoratet i foråret 2003 (ref. 15) ligger anlægsprisen for et bump mellem 10.000 kr. og 85.000 kr. Den typiske pris for en bump ligger et sted mellem 15.000 – 30.000 kr. Det kan gøres både billigere og dyrere.

4.2 Etablering efter skabelon

Den nødvendige præcision ved etablering af bump opnås bedst og hurtigst, hvis bumpene bygges efter skabelon. Erfaringer viser, at selv små afvigelser fra den testede geometri, som er angivet i Byernes Trafikarealer og tilhørende typekatalog, kan påvirke den lodrette acceleration betragteligt.

Cirkelformede bump udføres med en pilhøjde på 10 cm. Mindre pilhøjde vil medføre højere hastighed og større pilhøjde kan medføre skader på køretøjer. Derfor skal bump - hvad højden angår - udføres inden for de tolerancer, som er anført i Bumptypekataloget (ref. 1)

Vejledning i konstruktion af asfaltbump er angivet i udbudsforskrifter for asfaltbump (ref. 11). Erfaringerne viser, at der ofte opstår sætninger lige før og lige efter bumpet som følge af den dynamiske påvirkning. Det kan derfor anbefales, at forstærke asfaltbelægningen 0,5 – 1,0 meter før og efter bumpet.

4.3 Hvordan kontrolleres bumpudformningen?

Når bumpet er etableret kontrolleres udformningen. Som grundlag for vejbestyrelsernes kontrol af om entreprenøren har udformet bump korrekt efter vejreglerne, er der udviklet 2 testmetoder.

- *Præcisionsnivelement:*
Ved hjælp af et præcisionsnivelement testes om bumpets form er i overensstemmelse med reglernes krav, som anført i ”Katalog over typegodkendte bump” (ref. 1). Metoden er beskrevet i ”Geometrisk kontrolmåling af vejbump” fra Vejteknisk Institut (ref. 10). Et præcisionsnivelement i hjulsporene i begge kørselsretninger vil være tilstrækkeligt.
- *Måling af lodret acceleration:*
Den lodrette acceleration, som chaufføren udsættes for ved passage af bumpet er en test som normalt kun udføres ved typegodkendelse af nye bump (ref. 11). Metoden er ikke en helbredstest, men en kontrol af om funktionskravet i bekendtgørelsen om bump opfyldes det pågældende sted. Bumpgeometrien kan godt være i orden, men valg af belægningsmateriale f. eks. brosten eller placering på en stejl bakke, kan give højere accelerationsværdier end bumpgeometrien tilsiger.

Vejdirektoratet - Vejteknisk Institut kan rekvireres til at udføre disse to tests.

4.4 Synlighed af bump

Af hensyn til trafiksikkerheden, er det vigtigt, at bump er synlige for trafikanterne i tilstrækkelig afstand og under alle vejr og lysforhold.

Der blev i 1995, som grundlag for vejreglernes anbefalinger om afmærkning og belysning af vej bump, udført synlighedsundersøgelser. (ref. 54 og 55).

Erfaringerne fra undersøgelserne kan sammenfattes i følgende tre punkter

- Nogle steder er det nødvendigt at bruge direkte belysning af bumpene for at gøre dem tilstrækkeligt synlige i tilstrækkelig afstand. Det gælder f.eks. i overgangen mellem land og by. Her er skaktern alene ikke nok til at synliggøre bumpet tilstrækkeligt. Det skyldes, at retrorefleksionen fra billygternes belysning af skaktern ikke er stærk nok til at gøre bumpet synligt i tilstrækkelig god tid ved de relativt høje hastigheder (50 km/t – 80 km/t), der forekommer i overgangszonerne.
- På steder med relativt mange modkørende vil blænding modvirke synligheden af bumpet. Derfor vil det i sådanne tilfælde være nødvendigt med direkte belysning af bumpet, for at sikre tilstrækkelig synlighed.
- En lysere belægning på bumpet er som regel ikke nok til at gøre det tilstrækkeligt synligt. Målinger viser at kontrasten skal være mindst 20 % for at bilisterne erkender bumpets tilstedeværelse.

4.5 Afmærkning af bump

Det skal ifølge vejreglerne sikres, at kørebaneafmærkning og færdselstavler kan ses og opfattes i rimelig god tid af trafikanterne, og om nødvendigt skal det forvarsles.

Bump skal afmærkes med kørebaneafmærkning S32 (skaktern). Det kan dog udelades i områder afmærket med tavle E53, hvis den anbefalede hastighed er 30 km/t eller derunder. S32 bør dog altid anvendes, såfremt den ønskede hastighed forud for bumpet er 50 km/t eller derover.

Tavle A36, der forvarsler et bump på vejen, bruges hvor E51 eller E53 ikke anvendes. Det vil sige inden for hastighedszone afmærket med E68-4, tættere bebygget område afmærket med E55 og lokal hastighedsbegrænsning afmærket med C55.



Figur 4.1: Cirkelbump i Jonstrup by i Værløse Kommune.

Det er vigtigt, at bumpene ikke kommer overraskende for trafikanterne. Der kan derfor suppleres med visuelle virkemidler som f.eks. steler, beplantning etc. Steler kan desuden bruges til at forhindre uønsket kørsel uden om selve bumpet.

Steler skal placeres mindst 30 cm fra kanten af cykelarealet og de bør udformes så de er eftergivende og ”påkørselsvenlige”. Af hensyn til synlighed i mørke skal de forsynes med refleksbånd med et areal på mindst 50 cm². Hvid refleks anvendes kun i venstre vejside i kørselsretningen, mens rød refleks kan anvendes i begge vejsider. Refleksbåndet placeres normalt 50 – 75 cm over vejoverfladen.

4.6 Belysning af bump

De med bump fartdæmpede strækninger og de enkelte bump skal belyses sådan, at de også kan ses tydeligt i mørke. Belysningen skal følge vejreglerne for vejbelysning (ref. 16) og tilhørende cirkulære om vejbelysning (ref. 17). Belysningsklassen vælges i overensstemmelse med den givne vejklasse.

Ved valget af vejbelysningsklasse bør der dog – udover den givne vejklasse – også tages hensyn til trafikforholdene som f. eks. antallet af cyklister og fodgængere og om der forekommer blænding fra modkørende og lignende. Ved placering af belysningskilderne skal man være opmærksom på, at der ikke fremkommer kraftig skyggevirkning på bumpene eller på færdselstavlerne.

4.7 Busvenlige bump

Ifølge Vejregler for Byernes Trafikarealer bør det så vidt muligt undgås at anlægge bump på veje med bustrafik (ref. 3). Når der anlægges bump på veje med bustrafik bør de, ifølge Vejreglerne, udformes som cirkelbump eller modificerede cirkelbump/sinusbump frem for trapezbump. Hvis der af hensyn til andre forhold alligevel anlægges trapezbump på veje med bustrafik, bør længden af den plane flade være mindst 7 meter af hensyn til bussens vippebevægelse.

En anden mulighed er brug af kombinationsibump, pudebump eller pukkelbump (også kaldet mushrooms – se figur 5.3), hvor bumpet virker for personbiler men ikke – eller kun i mindre grad – for busserne.



Figur 4.2: Pukkelbump ved indkørsel til Skuldelev.



Figur 4.3: Pudebump i Birkerød.

5. Effekter og erfaringer med vej bump

5.1 Erfaringerne med pukkelbump (mushrooms)

Der er i de senere år udført forsøg med etablering af pukkelbump (mushrooms) i flere danske kommuner. Ideen med pukkelbump er at de skal virke på personbilerne uden samtidigt at genere buschaufførerne. Det gøres ved at placere puklerne i et mønster på tværs af vejen, så store køjetøjer pga. sporvidden kan passere bumpene med et hjulpar på hver side af puklen uden at køre op over dem, mens personbilerne har mindst et hjulpar oppe på puklen.



Figur 5.1: Pukkelbump i Skuldelev

De første pukkelbump blev etableret i Vildsted by i 2000 som et forsøg (ref.4). Pukkelbumpene i Vildsted bestod af præfabrikerede pukler som er 6 cm høje på midten og har en diameter på 110 cm.

De første erfaringer viste, at beboerne og trafikanterne oplevede de nye pukkelbump som dårligere end traditionelle vej bump og trafikanterne forsøgte at mindske ubehaget ved passagen – dels ved at køre skråt over dem og dels ved at bruge både kantbane og den modsatte kørebane. Bumpene blev derfor reetableret i foråret 2002 med det formål at forhindre passage ved skrå kørsel samt kørsel i modsat vejbane og på fortov. Amtet har foretaget en evaluering baseret på spørgeskemaundersøgelse og interviews, hastighedsmålinger og undersøgelse af trafikanternes adfærd.

Erfaringerne fra den samlede evaluering af forsøget i Vildsted viser:

- Pukkelbump reducerer bilernes gennemsnitshastighed. Hastighedsreduktionen er størst for personbilerne. De tunge køretøjer kan uhindret passere pukkelbumpene, mens personbilerne bremser ned eller kører med meget lav hastighed for at passere de nye bump.
- Pukkelbump giver ujævnt hastighedsprofil. Målinger viser, at bumpene giver et kørselsmønster med høje hastigheder mellem bumpene og meget lave hastigheder ved passage af bumpene. Hastigheden for personbiler varierede fra 10 km/t ved passage af bump til 66 km/t mellem bump.
- Mange trafikanter laver undvigemanøvrer i forsøget på at mindske ubehaget ved passagen. Det sker dels ved at køre skråt over puklerne og dels ved at bruge både cykelbane og den modsatte kørebane med overskridelse af den fuldt optrukne midtlinie. Det er både ulovligt og til fare for andre trafikanter.
- Beboerne og bilisterne oplever de nye pukkelbump som dårligere end traditionelle vejebump. Trafikanternes undvigemanøvrer og den store variation i hastighed giver utryghed for beboere og andre trafikanter. Det forhold at de store køretøjer kunne passere uden at sænke hastigheden giver øget utryghed hos borgerne.
- Buschaufførerne foretrækker de nye pukkelbump frem for traditionelle bump, fordi de kan passere pukkelbump med 40-50 km/t uden nævneværdig ubehag.
- Erfaringerne viser, at det er dyrere og også mere besværligt at rydde sne på veje med pukkelbump. Snerydningen er foregået ved at sneploven blev løftet ved passage af bumpene, hvilket ikke normalt sker ved sinusbump. Sneen blev derefter fejlet væk omkring bumpene ved brug af en traktor, som havde vintervedligeholdelsen på en nærliggende stirute.

Selv om pukkelbump (mushrooms) både nedsætter bilernes gennemsnitshastighed og får positive karakterer hos buschaufførerne vurderes sikkerhedsproblemerne ved bilisternes undvigemanøvrer at være uacceptable.

Pukkelbumpene i Vildsted blev etableret med det formål at forbedre trafikikkerheden, trygheden og bymiljøet. På den baggrund besluttede amtet at fjerne pukkelbumpene og erstatte dem med sinusbump.

Erfaringerne i øvrigt vedr. pukkelbump

Der er i de senere år anlagt pukkelbump i flere kommuner. Det gælder eksempelvis Nykøbing Rørvig, Sorø, Næstved, Fredensborg Humlebæk, Midtdjurs Kommune, Tørnved m.v. Ikke alle projekterne med pukkelbump er evaluerede endnu, men erfaringerne fra de nye anlæg vil om et par år kunne bidrage til at øge vores samlede viden.

Erfaringer fra Nykøbing Rørvig viser – ligesom i Vildsted – at pukkelbump sænker hastigheden, men der er stor utilfredshed blandt borgerne med den type bump.

I Sorø har man i januar 2001 etableret indsnævninger med pukkelbump på Holbækvej. Her har man valgt at lægge to paddehatter i hvert kørespor kombineret med en dobbelt fuldtotrukket midtlinie. Erfaringerne viser her, ligesom i Vildsted, at hastigheden falder, men nogle af trafikanterne forsøger at manøvrere uden om paddehatterne. På grundlag af disse erfaringer foreslår Sorø Kommune, at der etableres en form for fysisk kantbegrænsning mellem de to kørespor for at forhindre bilisterne i at komme over i den modsatte kørebane ved passage. Sorø har også erfaret, at nogle trafikanter benytter cy-

kelsti og fortov for at undgå bumpene, hvis ikke det søges forhindret ved hjælp af steler. (ref.52). En rundspørge blandt erhvervschauffører viser, at buschauffører, lastbilchauffører og brandvæsenet som også benytter de store køretøjer er godt tilfredse med bumpene, fordi store køretøjer kan passere uden gener og uden at nedsætte hastigheden. Til gengæld er de erhvervschauffører, som anvender personbiler, ikke glade for dem. Politiet vurderer, at de udgør en effektiv hastighedsdæmpende foranstaltning. Ambulancechaufførerne er ikke så glade for pukkelbump. De forsøger at undgå passage hen over paddehattene og vælger helst en anden rute.

På baggrund af erfaringerne fra Vildsted har LMK VEJ A/S udviklet et nyt mønster for placering af paddehattene i et pukkelbump med henblik på at løse problemet med den farlige tværkørsel, som en del personbiler forsøgte sig med for at undgå ubehaget ved passagen. Det nye design er udviklet til en 7 m bred vej. Der laves 75 cm indsnævring i begge sider og de resterende 550 cm er opdelt i to kørebaner adskilt af en dobbeltoptrukken linie. I hver af de to kørebaner placeres tre paddehatter. Det nye design er afprøvet på Gavnøvej i Næstved og er evalueret ved en besigtigelse i januar 2002. (ref. 56.). Herudover er der optaget video af trafikanternes passage. Ud fra observationerne ser det ud til, at trafikanterne placerer sig lidt forskelligt i tværsnittet under passage, men kun meget få overskrider den dobbeltoptrukne midtlinie. Der er ikke observeret tværkørsel hen over paddehattene.



Figur 5.2: Pukkelbump på Gavnøvej i Næstved

Af hensyn til motorcyklisternes sikkerhed skal pukkelbump placeres mindst 25 meter fra vejkryds. Det skyldes, at motorcyklisten efter sving skal nå at komme op i lodret position før bumpene passerer.

5.2 Erfaringerne med kombi-bump

Kombi-bump (kombinationsbump) er konstrueret med et langstrakt bump – beregnet for busser og tunge køretøjer - uden på et kort bump beregnet for personbiler.



Figur 5.3: Kombinationsbump i Havdrup

Vejdirektoratet gennemførte i 1990 hastighedsmålinger på 4 vejstrækninger med kombi-bump i de 3 danske byer: Glostrup, Aalborg og Esbjerg (ref. 30).

Målingerne viste, at:

- Middelhastigheden for personbiler og varebiler stemte rimeligt overens med den hastighed, der kunne forventes ud fra den valgte bumpgeometri.
- For de tunge køretøjer var 85% -fraktilen for hastighederne lidt lavere end den hastighed, der kunne forventes ud fra den anvendte geometriske udformning.
- Generelt var der ingen væsentlig forskel på den hastighed, hvormed køretøjerne kørte ind på bumpet og den hastighed, hvormed de forlod bumpet.
- Der var stort set ingen retningsvariation på hastigheden. Det betyder, at uanset om køretøjerne kom fra den hastighedsdæmpede strækning eller kørte imod det hastighedsdæmpede område, var hastigheden ved bumpet stort set den samme.
- Kun 10 % af personbiler/små varebiler passerede bumpene med 4 hjul på personbil-bumpet. Men den hastighedsdæmpende effekt var omtrent den samme, uanset om bumpene passeredes med 2 eller 4 hjul på personbil-bumpet.

5.3 Midlertidige bump

I forbindelse med vejarbejder kan anvendes præfabrikerede midlertidige bump. Der foreligger to godkendte typer. De er godkendt af Vejdirektoratet ud fra testmålinger (ref. 50 og 51). Der stilles krav om, at de skal kunne fastgøres forsvarligt og at de i øvrigt ikke udgør en fare for trafikanterne med særlig fokus på hensynet til motorcyklisterne.

Et aluminiumsbump af fabrikatet IDE-P-trafikbump med en højde på 50 mm og en bredde på 360 mm med sinusformet tværsnit er godkendt til midlertidigt brug ved vejarbejde, hvor den tilladte hastighed (afmærket med C55) er mindre end 60 km/t. Bumpet fastholdes til kørebanen med to stålwirer, der går gennem leddene, og som fastgøres med søm i belægningen. Herudover er der en gennemgående gummi-slange, som også er fastgjort med søm for enderne. Det fysiske ubehag for chaufførerne er i sig selv ikke tilstrækkeligt til at dæmpe hastigheden pga. faldende lodret acceleration ved stigende hastighed - men kombinationen af lodret acceleration, lokal hastighedsbegrænsning og støj, kan medvirke til at bumpet alligevel vil virke hastighedsdæmpende.(ref. 51).

En anden type præfabrikeret bump er af fabrikatet Gunatec-systemelement. Det er lavet af gummimaterialer og godkendt til midlertidigt brug ved vejarbejder. Den forefindes i farverne rød, sort og lysgrå. De fastgøres ved hjælp af skruer og beslag.

5.4 Effekter på hastighed og trafiksikkerhed

Der findes adskillige undersøgelser både i Danmark og i udlandet som dokumenterer at vej bump er et effektivt middel til at reducere hastigheden for biltrafik og antallet af personskadeulykker.

I figur 5.4 er anvist en række eksempler på hastighedsprojekter som er evalueret med hensyn til hastighedseffekter og trafiksikkerhedseffekter. De første seks eksempler omhandler egentlige bumpprojekter. De sidste 5 projekter – markeret med gråtone – er hastighedsprojekter af mere generel karakter.

Eksempler med vejbump	Hastighedseffekt	Sikkerhedseffekt
Nordjyllands Amt. Evaluering af 15 bumpprojekter etableret i årene 1992-94. (Ref. 5)	Middelhastigheden er som gennemsnit for alle byerne reduceret med 25 % fra 61 km/t til 46 km/t	Antallet af personskadeulykker er reduceret med 38 %. Antallet af alle ulykker er reduceret med 62 %
Frederiksborg Amt. 60 bump i 14 små byer blev etableret i årene 1989 -1992 (Ref. 21 og 28)	Middelhastigheden er reduceret med 16 % fra 57 km/t til 48 km/t	Antallet af ulykker er reduceret med 50 %
Forsøg med bump/hævede flader i 7 projekter i nordjyske kommuner i 1998 – 2001. (Ref. 8)	Gennemsnitshastigheden reduceres med op til 33 %	-----
Tre projekter med bump i Rosenholm Kommune – evalueret i 2002 (Ref. 24)	Gennemsnitshastigheden er reduceret med op til 12 km/t	-----
Gladsaxe Kommune. Mørkhøj kvarteret blev i 1996/1997 saneret til en 40 km/t zone. Fartdæmperne bestod primært af bump (16 cirkelbump) og hævede flader (6 flader). (Ref. 19 og 20)	Middelhastigheden er reduceret med 23 % fra 48 km/t til 37 km/t	Antallet af ulykker er reduceret med 71 %. Antallet af personskadeulykker er reduceret med 79 %. Antallet af personskader er reduceret med 80 %.
Norsk Trafiksikkerhedshåndbog baseret på flere undersøgelser i England, Norge og Danmark (Ref. 23)	Som gennemsnit for alle undersøgelserne, der indgår, er gennemsnitshastigheden reduceret med over 10 km/t svarende til en reduktion på 33 %	Antallet af personskadeulykker halveres. Reduktionen i antallet af ulykker afhænger af hvor stor hastighedsreduktionen er
Effektvurdering af færdselslovens § 40 vedr. etablering af Opholds- og legeområder samt stilleveje i årene 1982-1990. (Ref. 35)	Middelhastigheden blev reduceret med 27 % fra 41 km/t til 30 km/t	Antallet af ulykker blev reduceret med 24 %. Antallet af personskader blev reduceret med 45 %
Den generelle hastighedsgrænse i danske byer blev i oktober 1985 nedsat fra 60 km/t til 50 km/t.(Ref..36)	Middelhastigheden i byer faldt med 7 % fra 57 km/t til 53 km/t	Antallet af personskadeulykker i byer blev reduceret med 9 % og antallet af trafikdræbte i byer faldt med 24 %
Miljøprioriteret gennemfart i Vinderup blev etableret med 40 km hastighedsbegrænsning i 1984/1985 (Ref. 34)	Middelhastigheden blev reduceret med 12 % fra 50 km/t til 44 km/t	Antallet af ulykker faldt med 41 % og antallet af personskadeulykker faldt med 67 %
Miljøprioriteret gennemfart i Skærbæk blev etableret med 50 km hastighedsbegrænsning i 1984/1985 (Ref. 34)	Middelhastigheden blev reduceret med 12 % fra 58 km/t til 51 km/t	Antallet af ulykker faldt med 25 % og antallet af personskadeulykker faldt med 44 %
Miljøprioriteret gennemfart i Ugerløse blev etableret med 40 km hastighedsbegrænsning i 1985/1986 (Ref. 34)	Middelhastigheden blev reduceret med 13 % fra 52 km/t til 45 km/t	Antallet af ulykker faldt med 67 % og antallet personskadeulykker faldt ligeledes med 67 %.

Figur 5.4: Eksempler på målte effekter på hastighed og trafiksikkerhed for fartdæmpning. De første 6 eksempler er hastighedsprojekter med bump. De sidste fem eksempler er hastighedsprojekter af mere generel karakter baseret på forskellige fartdæmpende virkemidler. .

5.5 Afstande mellem bump

I Vejreglerne for Byernes Trafikarealer (ref. 3) gives en vejledende sammenhæng mellem ønsket hastighed og indbyrdes afstand mellem fartdæmpere. Til grund for vejledningen ligger et ønske om at tilstræbe et jævnt hastighedsprofil på niveauet for den ønskede hastighed. Et jævnt hastighedsprofil giver – alt andet lige - mindre støj og luftforurening. Til grund ligger samtidig et forsøg på at undgå at bilerne øger hastigheden for meget mellem bumpene, set i forhold til den ønskede hastighed på strækningen. De vejledende afstande er blandt andet baseret på hastighedsmålinger mellem fartdæmpere foretaget i 1990/1993 (ref.25 og ref.26).

Erfaringerne viser, at hastighedsprofilet hen over strækningen med bump som regel vil variere - mere eller mindre. Den laveste hastighed fås som regel lige efter passage af bumpet, mens den højeste hastighed fås mellem bumpene, når omkring 2/3 af strækningen mellem bump er tilbagelagt. (ref. 29).

Ønsket Hastighed	Anbefalet afstand Mellem bump	Maksimal afstand mellem bump
50 km/t	150 m	250 m
40 km/t	100 m	150 m
30 km/t	75 m	75 m
10-20 km/t	20 m	50 m

Figur 5.5: Vejledende sammenhæng mellem ønsket hastighed og indbyrdes afstand mellem fartdæmpere

De vejledende sammenhænge bygger på erfaringer der er mere end 10 år gamle – og der har derfor været grund til at rejse spørgsmålet, om tingene har ændret sig gennem årene, i og med at brugen af bump og etableringen af trafiksanerede byområder i dag er hyppigt forekommende og kendt af alle. Hertil kommer omkostningerne ved anlæg af fartdæmpere. Jo kortere afstand der skal være mellem hastighedsdæmperne, jo dyrere bliver anlægget. Derfor er der i de senere år udført nye forsøgsprojekter – nogle med tilskud fra Trafikministeriets tidligere Trafikpulje – med det formål at afprøve den hastighedsdæmpende effekt, hvor afstandene er øget i forhold til de vejledende mål i vejreglerne.

Ud fra forsøg i Gladsaxe Kommune (ref. 18, 19 og 20) samt forskellige andre forsøg med etablering af hastighedszone og områdesanering (ref. 15) ved brug af færre fysiske fartdæmpere end det Vejreglerne for Byernes Trafikarealer anbefaler, viser erfaringerne:

Hastigheden i et område kan godt reduceres ved brug af færre fartdæmpere end det, vejreglerne anbefaler. Hastighedsprofilet bliver dog mere ujævnt. Når afstanden mellem de enkelte fartdæmpere er længere end den anbefalede maximale afstand, accelererer bilerne til en højere hastighed mellem fartdæmperne, hvilket resulterer i et ujævnt hastighedsprofil og i visse tilfælde også i utilsigtede høje hastigheder på strækningerne mellem foranstaltningerne. Erfaringerne fra de nyeste evaluerede forsøgsprojekter viser, at de anbefalede afstande i vejreglerne er gode, såfremt man vil sikre et jævnt profil og samtidig undgå de støjgener, der kan opstå med øget acceleration/deceleration.

6. Problemerne med vej bump

I det følgende skal erfaringerne om de hyppigst fremførte problemer med bump rides op.

6.1 Bump og rygskader

Forkert udførte bump – bump der ikke opfylder kravene i Trafikministeriets bekendtgørelse nr. 825 af 2. oktober 2002 om hastighedsdæmpende vej bump og vejreglernes krav, Vejregler for Byernes Trafikarealer, hæfte 7, om udformning af bump – kan virke stærkt generende og kan muligvis udgøre en helbredsrisiko for de, der jævnligt skal passere flere bump.

Ifølge Svend Ling, som er speciallæge i arbejdsmedicin og reumatologi ved Odense Universitetshospital har det indtil nu ikke været muligt at dokumentere at korrekt udformede vej bump udgør en helbredsrisiko (ref.9). Heller ikke et højeste antal bumppassager pr. dag har det været muligt at fastlægge på et videnskabeligt grundlag.

Ved Aalborg Universitet er der i foråret 1999 foretaget en undersøgelse af vej bumps påvirkning af erhvervschauffører (ref.14). En busrute med et relativt stort antal bump (150 bump pr. arbejdsdag) blev gennemkørt med hastigheder svarende til færdselsregler og den konkrete skiltning. Undersøgelsen viste, at hastigheden hvormed bussen passerer bumpene på den undersøgte rute havde afgørende betydning for styrken af vibrationspåvirkningen. En forøgelse af kørehastigheden med 5 km/t resulterede typisk i 2-5 gange kraftigere påvirkning af chaufføren. Det var ikke muligt at overholde køreplanen ved gennemkørslerne. 95 % af de opmålte bump opfyldte ikke konstruktionskravene til den geometriske udformning. På 78 % af de passerede bump blev chaufførerne påvirket af en lodret acceleration som var over den anbefalede grænseværdi på 0,7 g. Der blev målt værdier op til 5 gange over det anbefalede maksimum. Der er ingen tvivl om, at de konkrete bump er til stor gene for buschaufførerne. Undersøgelsens resultater bekræfter klart behovet for kontrolmålinger i forbindelse med etablering af bump. Hvorvidt bumpene medfører rygskader kan man – med de målemetoder der refereres til i undersøgelsen - hverken bekræfte eller afkræfte.

På baggrund af undersøgelsen blev det videre konkluderet, at såfremt bump udføres efter anvisningerne, hvor de skal overholde kravet om max 0,7 g som beskrevet i den reviderede Internationale Standard ISO-2631 (ref. 44), som bygger på RMSværdier, så vil man ikke ud fra ISO-standardens kriterier og målemetoder kunne påvise skadelige virkninger på buschaufførerne.

I oktober 2003 blev spørgsmålet om buschaufførers rygskade, opstået som følge af passage over vej bump i Aalborg kommune, afprøvet ved retten i Aalborg. Aalborg kommune blev frifundet. Til grund for frifindelsen lå resultatet af Vejdirektoratets g-målinger, der viste, at chaufføren ved passage af bumpet ikke har været udsat for en større g-påvirkning end anført i Trafikministeriets cirkulære nr. 99 af 1. juli 1997 (som nu er erstattet af Bekendtgørelsen fra 2002 – ref.2). Retten fandt ikke, at det havde betydning for sagens afgørelse, at vej bumpet efter en foretaget affræsning, der havde til formål at reducere bumpets højde, ikke opfyldte cirkulærets krav om dimensionering af vej bump. (ref. 37)

Vejreglerne har, ud fra hensynet til buschaufførers arbejdsmiljø og buspassagerers komfortoplevelse opstillet vejledninger i anvendelse af vej bump (ref.39 og ref. 47), hvilket blandt andet indebærer en opfordring til begrænset brug på veje med bustrafik og såfremt bump alligevel vælges, opfordres til at placere bump på steder, hvor bussernes hastighed i forvejen er lav, f.eks. ved busstoppesteder eller lige efter vejkryds.

Med opstilling af kravene til udformning af bump, vejreglernes opfordringer til begrænset brug af bump på veje med busstrafik samt initiativer til øget information med særlig adresse til chauffører, arbejdsgivere, køreplanlæggere og planlæggerne af bump i amter og kommuner er der med tiden opnået en generel forståelse for anvendelse af vej bump hos de forskellige organisationer (ref.12) inden for transporterhvervene.

Der blev i 1996 gennemført en oplysningskampagne med hovedbudskabet ”Brug bump rigtigt” (ref. 48 og ref. 6). Kampagnen var især rettet mod buschauffører og vognmænd samt vejbestyrelser. Der blev skrevet små artikler i fagblade og udarbejdet en lille oplysningsplakat til opslag i chaufførkantiner. Et væsentligt budskab i kampagnen var oplysningen om, at busser og tunge køretøjer skal passere bump med en hastighed der er cirka 15 km/t lavere end den skilte hastighed for at opnå samme komfortoplevelse som bilisterne. Det blev ved samme lejlighed besluttet, at denne oplysning skulle indføres i undervisningsplanen for køreuddannelsen til tunge køretøjer (ref.53).

6.2 Bump og vibrationer på chauffører

I EU’s vibrationsdirektiv fra 2002 (ref. 45) defineres aktionsværdier og grænseværdier for hel-krops vibrations belastning. ISO 2631-1:”Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – part 1: General requirements” (ref.44) er den grundlæggende standard, hvortil EU direktivet henviser. Standarden beskriver imidlertid, at kun vibrationsbelastninger med begrænset variation, er omfattet af den metode, hvortil grænseværdierne relaterer sig. Signaler med kortvarige kraftige chok falder således udenfor denne metode. For sådanne højtransiente belastninger anfører ISO 2631 to andre metoder. Problemet med disse er imidlertid, at der for den ene ikke er nogen vurderingsværdi – dvs. kriterium for hvad der er acceptabelt, og hvad der ikke er acceptabelt – og for den anden er der tale om en metode, der er indført på engelsk foranledning, og som ingen andre lande ønsker at anvende. Den engelske metode indeholder faktisk en slags vurderingsværdi.

En ny ISO standard, der er under udvikling, ISO DIS 2631-5 arbejder med en alternativ vurderingsmetode, der direkte relaterer sig til helbredsrisiko – i dette tilfælde risikoen for skader på rygsøjlen. Den ny målemetode indeholder tal for, hvad der anses for sikker henholdsvis farlig påvirkning.

I relation til den usikkerhed, der er med hensyn til, om der overhovedet er en helbredsrisiko på grund af vej bump, anbefaler en dansk vibrationseksperter (ref. 46) at der gennemføres et antal prøvemålinger, f.eks. på buschauffører, hvor alle målemetoder tages i anvendelse. Det ville kunne give et mere klart billede af hvorvidt vej bump repræsenterer en helbredsrisiko for erhvervschauffører. (ref. 46)

Buschaufførerne hos et transportfirma, som driver busdrift for Skanderborg Kommune, indgav i efteråret 2002 en klage til Arbejdstilsynet vedr. arbejdsmiljøbetingelserne bl.a. pga. vibrationer fra passage af vej bump og brostensbelagte vejoverflader. Ifølge Arbejdstilsynets rapport fra januar 2003 (Ref.40) vurderer arbejdstilsynet, at chaufførerne på grund af vanskeligheder med at overholde køreplanen på en række afgang, passerer vej bump og brostensbelægninger med en unødigt høj hastighed, der resulterer i at chaufførerne udsættes for en unødigt vibrationsbelastning. Det blev desuden konkluderet, at førerstolen i en af busserne ikke var optimalt affjedret, hvilket betød, at chaufførerne også af den årsag blev udsat for unødigt vibrationsbelastning. Transportfirmaet blev pålagt at forsyne alle busser med luftaffjedrede førerstole og at instruere chaufførerne i at køre med passende lav hastighed ved passage af hastighedsdæmpende foranstaltninger. Arbejdstilsynet rettede henvendelse til kommunen om at få tilrettet køreplanerne, så chaufførerne ikke skulle køre under tidspres.

6.3 Bump og vibrationer i bygninger

Der forekommer sager, hvor beboere har klaget over vibrationer i boliger og henvist til, at der som følge af vibrationerne er opstået revner i husene. Ud fra målinger af vibrationerne har man indtil nu kunnet konstatere, at vibrationssignalerne fra køretøjers passage af bump ligger under de grænser, der anføres i den tyske norm DIN 4150 (som også anvendes i Danmark), hvor der er mulighed for vibrationskader på huse.

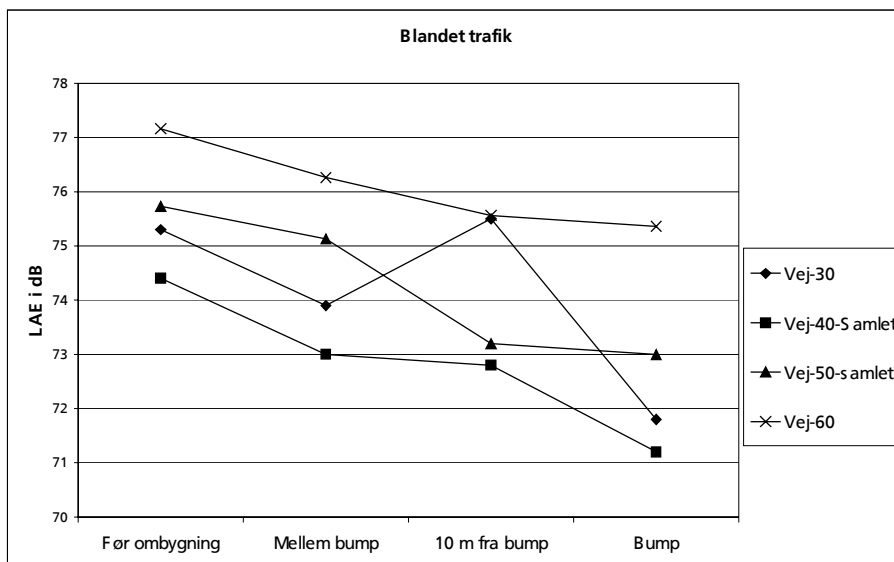
Ud fra vibrationsmålinger i boliger foretaget af Dansk Teknologisk Institut i 1994 ved vej bump i Ramløse blev det konkluderet, at det ikke kunne afvises, at vibrationer fra bump lejlighedsvis kan fornemmes, idet der forekommer vibrationsniveauer tæt på følegrænsen. (Ref. 58).

Ud fra vibrationsmålinger i boliger foretaget af DELTA Akustik & Vibration i 1995 ved vej bump i Ålsgårde, blev det konkluderet, at det ikke kunne udelukkes, at sætningsskader, som ville være indtrådt før eller siden, er blevet fremskyndet på grund af vibrationer frembragt af kørsel over vej bump. (Ref. 57).

Efter henvendelser blandt andet fra den lokale beboerforening, etablerede Hillerød Kommune ni vej bump i Gadevang i september 1992. Efter nogle måneder konstaterede nogle af beboerne, at der var revner i deres huse og de oplevede gener i form af støj og rystelser, når der passerede tunge køretøjer over bumpene. Beboerne anlagde retssag mod Hillerød Kommune, som blev frikendt ved retten i Hillerød i september 2000 (Ref. 59)

6.4 Bump og støj

Det har ofte været fremført at bump medfører øget trafikstøj. Erfaringerne med cirkelbump viser det modsatte. I 2001 blev der lavet en dansk undersøgelse (ref.7) af støj fra vej bump. Der blev målt støj ved en række målepunkter på 8 udvalgte trafikveje med cirkelbump og modificerede cirkelbump. Der indgik veje med skiltet hastighed på 30 km/t, 40 km/t, 50 km/t og 60 km/t.



Figur 6.1: Støj ved bump på veje med skiltet hastighed 30km/t, 40 km/t, 50km/t og 60 km/t

Undersøgelsen viste, at der på strækninger med bump generelt sker en reduktion af støjen, fordi køretøjernes hastighed reduceres. Generelt er der målt lavere støjniveauer omkring bumpene sammenlignet med midt på strækningerne. Det gælder dog ikke for strækninger med skiltet hastighed på 30 km/t.

Resultaterne viste også, at der tilsyneladende ikke er støjmæssig forskel på cirkelbump og modificerede cirkelbump.

En supplerende spørgeskemaundersøgelse blandt beboerne på de undersøgte strækninger indikerede, at folk der bor ved bumpene føler sig en smule mere generet af støjen sammenlignet med de, der bor midt på strækningerne, selv om der generelt er målt et lavere støjniveau omkring bumpene.

Det har vist sig at lastbiler har et 2 til 4 dB højere støjniveau, når de kører væk fra bump sammenlignet med når de kører frem til bump. Det giver en varieret styrke af støjen omkring bumpene.

En frekvensanalyse af den målte støj viser, at der er et lidt større indhold af lavfrekvent støj omkring bumpene. Man ved, at vinduer har en dårligere dæmpning af lavfrekvent støj end de øvrige frekvenser. Dette forhold kan eventuelt være noget af forklaringen på, at folk der bor lige ved bump kan føle sig lidt mere generet af støj.

6.5 Bump og luftforurening:

De generelle erfaringer viser, at luftforureningen følger en U-kurve som funktion af hastigheden. Men emissionerne fra biltrafik hænger også sammen med kørselsmønsteret. Det betyder, at kørselsforløb med et øget antal accelerationer og decelerationer medfører øget emission. Luftforureningen fra bilernes udstødning mindskes ved jævn hastighed.

6.6 Bump og udrykningskøretøjer:

Det har ind imellem været fremført, at vejbump kan forhindre udrykningskøretøjer i at nå frem til nød-stedte med akut behov for redningsassistance. Som modargument er fremført, at såfremt en patient med hjertestop ikke når at få hjælp i tide, må det ses som et tab holdt op imod den gevinst der i øvrigt opnås i form af reduktion i antallet af dræbte og alvorligt tilskadede i trafikken.

Så vidt vides foreligger der ikke nogen talmæssig dokumentation for eventuelle problemer for redningskøretøjers mulighed for at nå frem til nødstedte. Men der foreligger en skriftlig udmelding fra Falcks Redningskorps Distrikt Nordjylland (ref.13) hvori det oplyses, at bump ikke er til gene for ambulancetjenesten i Nordjyllands Amt. Det oplyses desuden, at ”Ambulancernes hastighed er ikke afgørende for patientbehandlingen, det betyder således ikke noget om transporttiden er 2 minutter mere eller mindre. Det afgørende er behandlingsudstyret der er i ambulancen, og den behandling patienten modtager af ambulancepersonalet” og videre, at ”Vi vil ikke hermed afvise at de omtalte bump kan være til gene for nogle af vore medarbejdere i særlige situationer”.

6.7 Cyklister og bump

Ifølge Vejreglerne for Byernes Trafikarealer bør der i almindelighed ikke etableres fysiske fartdæmpere for cykeltrafik. Der kan dog i nogle tilfælde være behov for at dæmpe cyklisters hastighed, for eksempel

- hvor stier udmunder i veje
- ved busstoppesteder og lignende, hvor cykeltrafik blandes med fodgængertrafik
- ned ad stejle bakker
- i kryds hvor meget hurtige cyklister kan komme overraskende for svingende biler.

Cyklister vil som regel opleve fartdæmpere for cyklister som en gene og derfor forsøge at køre uden om, hvis ikke der er nogen fysisk forhindring, der vanskeliggør det. Ved udformning af fartdæmper for

cyklister, skal man være opmærksom på, at cyklister har svært ved at holde balancen ved hastigheder under 12 km/t.

I vejreglerne (ref.3) nævnes ikke bump, men rampe og hævet flade samt stigninger, bomme og bremsekurver, som mulige fysiske fartdæmpere for cykler. Der angives desuden anbefalede geometriske mål for udformning af rampestigninger tilpasset forskellige hastighedsniveauer for cykeltrafik.

Stibomme etableres af hensyn til trafiksikkerheden, men de medfører besværlige og ukomfortable manøvrer for cyklister. Med det formål at finde et alternativ til bomme, har man i Odense kommune lavet forsøg med etablering af bump for cyklister i stedet for stibomme på steder, hvor cykelstien munder ud i en vej (ref. 38). Ud fra registrering af adfærden hen over 30 dage samt interview af 183 cyklister konkluderede man, at:

- 90 % af cyklisterne mente, at bump sammen med vigepligtsafmærkning var mere behagelige end stibomme
- Knapt 80 % mente, at kommunen skulle udskifte flere stibomme med bump og afmærkning
- Cyklisterne kommer længere ned i fart, når der er stibom sammenlignet med bump
- Bump alene er en dårlig løsning, men bump suppleret med steler og vigepligtsafmærkning får langt de fleste cyklister til at stoppe med at træde i pedalerne i god tid, dog lidt senere end med stibomme. Cyklisterne udviser til gengæld større agtpågivenhed og orientering mod trafikken og har en bedre vigepligtadfærd i løsningen med bump og afmærkning sammenlignet med stibomme.

6.8 Knallerter og bump

Knallertbump bør ifølge vejreglerne udformes som modificerede cirkelbump. Et enkelt bump er normalt ret virkningsløst for knallerter pga. affjedringen. Derfor anbefales det at bruge dobbeltbump, hvorved der opstår midlertidig resonans, der tvinger knallertkørere ned i hastighed. Forsøg har vist, at 12 cm høje dobbeltbump hver med en længde på 4,80 m, kan reducere knallerterens gennemsnitshastighed fra 40 km/t til 26 km/t.

Referencer

1. Katalog over typegodkendte bump. Vejdirektoratet - Vejregelrådet. September 2002. www.vejregler.dk
2. Bekendtgørelse om hastighedsdæmpende vejrbump fra 2. okt. 2002. Trafikministeriet.
3. Vejreglerne for byernes Trafikarealer - hæfte 7 om Fartdæmpere. Afsnit 4.7 Bump.
4. *Ikke længere Mushrooms - i Nordjyllands Amt* – artikel i Dansk Vejtidskrift 2003/5 samt Baggrundsrapporten om evaluering af mushrooms i Vildsted by i Nordjyllands Amt, www.nja.dk
5. *Bump forbedrer trafiksikkerheden i byerne* – artikel i Dansk Vejtidskrift 2000/11 af Pernille Daugberg. Nordjyllands Amt. Baggrundsnotatet ”Effekt af 15 bumpprojekter etableret i perioden 1992-1994”, Nordjyllands Amt.
6. *Anvend bump rigtigt* – artikel i Dansk Vejtidskrift 1996/9 af Kenneth Kjemtrup, Vejdirektoratet.
7. *Støjen reduceres ved bump på veje* –artikel i Dansk Vejtidskrift 2001/12 af Hans Bendtsen, Danmarks TransportForskning.
8. *Differentierede hastigheder i Nordjylland*, Evalueringsrapport 2001 med 27 forsøgsprojekter. Nordjyllands Amt.
9. *Vejbumps rygskadelighed*. Note af Svend Ling, speciallæge i arbejdsmedicin og reumatologi ved Odense Universitetshospital. Liv og Trafik. www.livogtrafik.dk. Juni 2003.
10. *Geometrisk kontrolmåling af vejrbump*. Vejteknisk Institut. Provisorisk prøvningsmetode 90-10. Februar 2003.
11. Vejreglernes udbuds- og anlægfsforskrifter vedr. asfaltbump. Udkast august 2002. Inklusiv bilag 8 om ”*Måling af G-påvirkning ved passage af vejrbump*”. Vejdirektoratet - Vejteknisk Institut.
12. Referat af møde om vejrbump afholdt den 20. maj 1996 i Trafikministeriet. Referat af 23. maj 1996. J.nr. 96-4113-139. Med deltagelse af repræsentanter fra FDE, DV, TL, LDB, SID, VD, TM.
13. Brev fra FALCKs Redningskorps Distrikt Nordjylland tilsendt Nordjyllands Amt den 30. januar 1995.
14. *Undersøgelse af vejbumps påvirkning på erhvervschauffører*. Morten Lydolf, Laboratoriet for Akustik, Aalborg Universitet. Publiceret af SID. Marts 1999.
15. *Erfaringsopsamling om trafiksanering med hastighedsdæmpning i danske kommuner – Spørgeskema undersøgelse*. Lene Herrstedt. Atkins December 2003.
16. *Vejreglerne for vejbelysning*. Vejregelrådet – Vejdirektoratet.
17. *Trafikministeriets Cirkulære om vejbelysning*. Cirkulære nr. 126 af 9. juli 1993.

18. *Hastighedsplanlægning af Mørkhøjkvarteret* – evaluering af trafikpuljeprojekt i Gladsaxe. Rapport 182. Vejdirektoratet 1999.
Hastighedsdifferentiering - Maglegård Kvarter. Vejdirektoratet.www.Evalueringsrapport
19. *Hastighedszoner reducerer ulykkerne*. L. Agustsson og L.H. Jacobsen. Dansk Vejtidskrift 9/2001
20. *DUMAS - Town Study Report. Gladsaxe – Denmark*. Note 75/2001.
21. *Fartdæmpning med cirkelbump i Frederiksborg Amt*. Svend Jensen. Dansk Vejtidskrift 6/7 1995.
22. *Trafikulykker og Hastighed*. Poul Greibe og Lene Herrstedt. Atkins. December 2002.
23. *Trafikksikkerheshåndbok*. Rune Elvik, Anne Borger Mysen, Truls Vaa. TÖI 1997. Norge
24. *Evaluering af 35 hastighedsprojekter i 8 kommuner i Århus Amt*. Oktober 2002
25. *Hastighedspåvirkning – afstand mellem bump*. Vejdatalaboratoriet/Vejregelsekretariatet. Notat 12. 1990.
26. *Hastighedspåvirkning – afstand mellem bump for referencehastighed 40 km/t og 50 km/t*. Vejdatalaboratoriet/Vejregelsekretariatet. Notat 7. 1993.
27. *Differentierede hastigheder i Nordjylland. Evalueringsrapport med 27 forsøgsprojekter*. Nordjyllands Amt. September 2001.
28. *Low-Cost road and traffic engineering measures for casualty reduction*. European Transport Safety Council. Brussels. September 1996.
29. *Bilars hastighet längs gator med guup*. Joachim Karlgren. Våra Vägar. Maj 2001.
30. *Notat om hastighedsmålinger på vejstrækninger med kombibump*. Anders Nyvig. December 1990
31. *Speed Management and Traffic Calming in Urban Areas in Europe: A Historical overview*. Kenneth Kjemtrup and Lene Herrstedt. Accident Analysis and Prevention. Vol.24.No 1.1992.
32. *Reducing Traffic Injuries Resulting from Excess and Inappropriate Speed*. European Transport Safety Council (ETSC). Brussels.1995
33. *Car Drivers Behaviour around and between road humps – analysis using speed profiles*. Joachim Karlgren. Department of City and Mobility School of Arcitecture. Chalmers University of Technology. 2001.
34. *Sikkerhedseffekt efter 5 års brug. Miljøprioriterede gennemfarer i Vinderup, Skærbæk og Uggerløse*. Lene Herrstedt og Michael Aakjer Nielsen. Dansk Vejtidskrift 4/1993.
35. *Effekter af færdselslovens § 40. Sammenfatning*. Ulla Engel og Lars Krogsgaard Thomsen. Rapport 29. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning. 1990.
36. *Hastigheder, hastighedsgrænser og ulykker. Sammenfatning*. Ulla Engel og Lars Thomsen.

- Rapport 27. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning. 1988.
37. Udskrift af dombogen ved retten i Aalborg – 21. oktober 2003
 38. *Erstatning af stibomme*. Søren Underlien Jensen. Dansk Vejtidskrift. 11/2003.
 39. *Vejbump – baggrund for vejreglerne*. Kenneth Kjemtrup. Dansk Vejtidskrift 8/1998.
 40. Tilsynsrapport for besøg hos CONNEX TRANSPORT DANMARK A/S. Arbejdstilsynet. Januar 2003.
 41. *Hastighedsmålinger i Nordjyllands Amt*. Christian Herrstedt Jensen, Morten Højland Nielsen. Vejdirektoratet. Februar 1999.
 42. *Speed reducing measures*. K. Kjemtrup. Australian Road Research Board, 14th ARRB Conference Canberra, Australia 1988.
 43. International Standard ISO-2631-1: Evaluation of human exposure to whole-body vibration Part 1: General requirements. 1985. (first edition)
 44. International Standard ISO -2631-1: Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 1: General requirements. 1997. (second edition)
 45. Europaparlamentets og Rådets Direktiv 2002/44/EF om Minimumsforskrifter for sikkerhed og sundhed i forbindelse med arbejdstageres eksponering for risici på grund af fysiske agenser (vibrationer).
 46. *Vejbump og vibrationsbelastning af erhvervschauffører*. Note fra Akustiknet til Vejdirektoratet. maj 2003.
 47. *Fartdæmpning med bump*. K. Kjemtrup. Dansk Vejtidskrift 2/1988.
 48. Oplysningskampagne om bump – ”Anvend bump rigtigt”. Artikel til Vejmyndigheder. Artikel til brugere og Plakatopslag til kantiner hos buschauffører og vognmænd. Vejdirektoratet august 1996.
 49. Bussen kommer. HT. September 2000.
 50. *Prøvekørsler af bump på P-plads ved Strandskolen i Brøndby Kommune*. Vejdirektoratets arbejdsnotat oktober 1989.
 51. Bumptest 9201. Test af præfabrikerede bump. Vejdirektoratets arbejdsnotat juni 1992
 52. *Hastighedsdæpende chikaner på Holbækvej. Indsnævring med mushrooms*. Sorø Kommune, Teknik og Miljøafdelingen, marts 2001.
 53. Undervisningsplan for køreuddannelsen til kategori C – lastbiler. Rigspolitiet version 5.03. 1996.
 54. *Vurdering af synlighed af bump med afmærkning*. Arbejdsnotat af Kaj Sørensen. DELTA Lys & Optik, november 1995.

55. Synlighed af lyse vejbump uden afmærkning. Arbejdsnotat af Kaj Sørensen. DELTS Lys & Optik, juli 1995.
56. *Mushroom bump på Gavnøvej i Næstved – en evaluering af bilisternes tværsnitsplacering ved passage.* Harry Lahrmann. LMK VEJ A/S. Februar 2002.
57. *Måling af vibrationer fra vejbump på Ndr. Strandvej, Ålsgårde.* AV 985/95. DELTA Akustik og Vibration. 1995
58. Måling af vibrationer fra vejbump i Ramløse. Dansk Teknologisk Institut. 1994
59. Udskrift af Dombogen for Retten i Hillerød. 28. september 2000 vedr. retssag om bump i Gadevang i Hillerød Kommune.

