Fartdæmpning for cykeltrafik ved vejarbejde

Udvikling af metoder til midlertidig fartdæmpning for cykeltrafik i forbindelse med vejarbejder

Lene Herrstedt
Thomas Skallebæk Buch
Belinda la Cour Lund

3. Oktober 2018

Trafitec
Transformervej 18
2860 Søborg
www.trafitec.dk

Titel: Fartdæmpning for cykeltrafik ved vejarbejde

Forfatter(e): Herrstedt, Buch og Lund

Publiceringsdato: 03.10.2018

Sprog: Dansk

Antal sider: 29

Rekvirent: Vejdirektoratet

Projekt: *Fartdæmpning ved vejarbejde*

Kvalitetssikring: BL, TSB, LH

Emneord: fartdæmpning, cykeltrafik, arbejdsmiljø

Resumé:

I samarbejde med Vejdirektoratet, SafeRoad og GevekoMarkings har Trafitec testet forskellige løsningsforslag til midlertidig fartdæmpning for cykeltrafik. Testprogrammet er gennemført i to dele.

Første del blev udført i 2017 på en 2,2 m bred enkeltrettet cykelsti langs Lundtoftegårdsvej i Lyngby-Taarbæk Kommune.

Anden del blev udført i 2018 på en 2,0 m bred enkeltrettet cykelsti langs Gladsaxe Ringvej i Gladsaxe Kommune.

De testede designs til hastighedsdæmpning inkluderer: tre alternative opstillinger med sorte mobile rumleriller, to alternative opstillinger med forsætninger af cykelarealet etableret med brug af N42 tavler, tre alternative opstillinger med præfabrikerede sort/gule bump samt et design med en prototype på en enkelt skridsikker gummimåtte med rumleeffekt.

Alle testdesigns medførte en signifikant reduktion i middelhastigheden efter passage af fartdæmperen.

Fartdæmpere med bump/rumleriller synes mest effektive til at reducere cyklisternes hastighed. Data tyder på, at de sort/gule præfabrikerede bump er bedre end de sorte mobile rumleriller og bedre end én enkelt gummimåtte.

Title: Speed reduction for cyclists at road works

Author(s): Herrstedt, Buch and Lund

Report date: 03-10-2018

Language: Danish

No. of pages: 29

Client: Danish Road Directorate

Project: *Reduction of speed at road works*

Quality management: BL, TSB, LH

Key words: speed reduction, cyclists, working environment

Rapporten kan hentes fra www.trafitec.dk.

Copyright © Trafitec

Ved gengivelse af materiale fra publikationen skal fuldstændig kildeangivelse udføres.

The report can be acquired from www.trafitec.dk.

Copyright © Trafitec

Reprinting material from this publication must include a complete reference to original source.

Indhold

Sammenfatning **4**

1. Indledning **6**

2. Metode **7**
2.1 Teststrækning 7
2.2 Hastighedsmålinger 8
2.3 Testdesigns 10
2.3.1 Mobile rumleriller – Design 1 10
2.3.2 Forsætning med N42 tavler – Design 2 13
2.3.3 Præfabrikerede mobile bump – Design 3. 16
2.3.4 Skridsikker gummimåtte med rumleeffekt (prototype) – Design 4 19

3. Resultater **23**
3.1 Referencemåling 23
3.2 Mobile Rumleriller – Design 1 23
3.3 Forsætning med N42 tavler – Design 2 24
3.4 Præfabrikerede mobile bump – Design 3 25
3.5 Skridsikker gummimåtte med rumleeffekt (prototype) – Design 4 26
3.6 Opsamling 27

Referencer **29**

Sammenfatning

Fartdæmpning af trafik forbi vejarbejder er ofte nødvendigt af hensyn til at skabe et sikkert arbejdsmiljø for vejarbejderne, der færdes på og ved vejen mens vejarbejdet pågår. Derfor er der udviklet metoder til fartdæmpning for biltrafik ved vejarbejder på motorveje og andre højklasseveje (se Ref. 1 og 2).

Der er behov for også at udvikle metoder til fartdæmpning for cykeltrafik på steder, hvor cykeltrafikken kører helt tæt op af arbejdsområdet, hvor vejarbejdere færdes.

Derfor har Trafitec i samarbejde med Vejdirektoratet, SafeRoad og GevekoMarkings testet forskellige løsningsforslag til midlertidig fartdæmpning for cykeltrafik. Testprogrammet er gennemført på en 2,2 m bred enkeltrettet cykelsti langs Lundtoftegårdsvej i Lyngby-Taarbæk Kommune samt en 2,0 m bred enkeltrettet cykelsti langs Gladsaxe Ringvej i Gladsaxe Kommune.

Cyklisternes hastigheder er registreret ud fra videooptagelser. Der er registreret hastighed før og efter passage af de forskellige hastighedsdæmpere.

De testede opstillinger til hastighedsdæmpning inkluderer: tre alternative designs med sorte mobile rumleriller, to alternative designs med indsnævring og forsætninger af cykelarealet etableret med brug af N42 tavler, tre alternative designs med præfabrikerede sort/gule bump samt et design med en prototype på en enkelt skridsikker gummimåtte med rumleeffekt.

Alle testdesigns medfører en signifikant reduktion i middelhastigheden efter passage af fartdæmperen.

Resultaterne viser klart, at fartdæmpere med rumleriller/bump reducerer cyklisternes hastighed mere end både den skridsikre gummimåtte og forsætninger udført med N42 tavler. Data tyder på, at de sort/gule præfabrikerede bump er bedre end de sorte mobile rumleriller. En forklaring kan være, at de sort/gule bump er den foranstaltning, der fremstår tydeligst for cyklisterne på afstand, mens cyklisterne ofte først opdager de sorte rumleriller kort før passage. Observationer på stedet tyder på, at farvekombinationen, hvor de sort/gule striber går på tværs af cykelstien, fremstår mindre synlige på afstand set i forhold til, når striberne er placeret på langs med kørselsretningen.

Ved testkørsler over de sorte rumleriller blev det konstateret, at komforten ved passage af rumlerillerne var ringe og stort set ens uanset hastighed. Ved testkørslerne over de gul/sorte præfabrikerede bump, blev det konstateret, at komforten steg i takt med et lavere hastighedsvalg. Dvs. at cyklister, der vælger at nedsætte hastigheden inden passage af bumpene, bliver belønnet med en bedre komfort.

Ved passage af den skridsikre gummimåtte var komforten stort set ens uanset hastighedsniveau.

1. Indledning

Fartdæmpning af trafik forbi et vejarbejde er nødvendigt af hensyn til sikring af arbejdsmiljøet for vejarbejderne, der skal færdes på og ved vejen, mens vejarbejdet pågår.

Der er i de senere år arbejdet med udvikling af forskellige metoder til fartdæmpning for biltrafik ved vejarbejde på motorveje og andre højklasseveje. Resultaterne af dette udviklingsarbejde er beskrevet i et katalog (se Ref. 1), hvor testmetoder, testresultater og erfaringer er samlet i en overskuelig form.

Desuden er der udført forsøg med fartdæmpning for biltrafik ved et vejarbejde på vejen gennem Osted på Sjælland hvor hastighedsgrænsen er 50 km/t. Her blev E53,4 tavlen med budskabet ”Folk på vejen” og anbefalet maksimum hastighed på 20 km/t testet, både alene og i kombination med mobile bump, med det formål at få bilisterne til at sænke farten ved vejarbejdet (se Ref. 2).

Fartdæmpning for cykler er også relevant i forbindelse med sikring af arbejdsmiljøet for vejarbejdere, på steder hvor cykelstier forløber helt tæt op af arbejdsområdet, hvor vejarbejderne færdes.

Der er hidtil ikke på samme måde som for biltrafik arbejdet med udvikling af metoder til midlertidig fartdæmpning for cykeltrafik ved vejarbejder. De forsøg, der hidtil er lavet med fartdæmpning for cykeltrafik, er meget begrænset og er primært udført i forbindelse med stikrydsninger og stiers udmunding/tilslutning til vej.

På den baggrund har Trafitec i samarbejde med Vejdirektoratet, SafeRoad og GevekoMarkings udarbejdet en række skitseforslag til forsøg med forskellige løsninger til midlertidig fartdæmpning for cykeltrafik.

Første del af testprogrammet blev udført i juni og september 2017 på en cykelsti beliggende på Lundtoftegårdsvej i Lyngby. Den sidste del af testprogrammet blev udført i juni 2018 på en cykelsti beliggende på Gladsaxe Ringvej i Gladsaxe.

Denne rapport indeholder en oversigt over de testede hastighedsdæmpere, en beskrivelse af testmetoden og effektresultater.

2. Metode

Formålet med analysen er at finde ud af, hvilken effekt forskellige typer af fartdæmpende foranstaltninger har på stitrafikanters valg af hastighed.

Registrering af hastighedsdata for cyklisterne er baseret på videooptagelser. Alle data er indsamlet i dagslys på hverdage i juni og i september 2017 og i juni 2018.

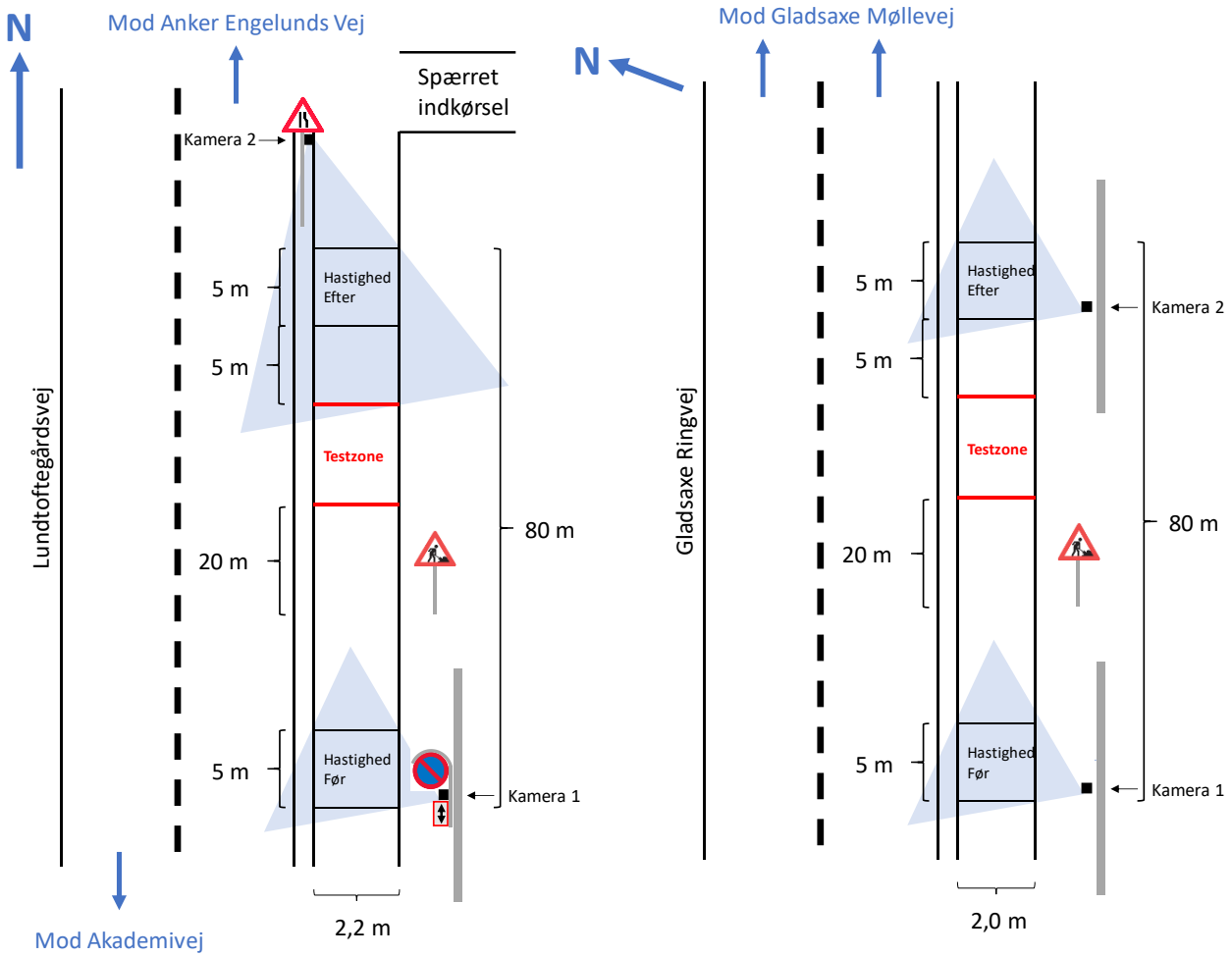
2.1 Teststrækning

Første del af testprogrammet blev udført i 2017 på en 2,2 m bred ensrettet cykelsti i nordgående retning langs Lundtoftegårdsvej i Lyngby-Taarbæk Kommune. Teststrækningen var ca. 80 m lang og beliggende på strækningen mellem Akademivej og Anker Engelunds Vej.

Anden del af testprogrammet blev, pga. vejarbejde på Lundtoftegårdsvej, udført på en 2,0 m bred ensrettet cykelsti i nordøstgående retning på Gladsaxe Ringvej i Gladsaxe Kommune. Teststrækningen var ca. 80 m lang, beliggende mellem Sydmarken og Gladsaxe Møllevej.

De to teststrækninger ligner hinanden bl.a. med hensyn til græsrabat på begge sider af stien, ingen fortov, meget få fodgængere, overvægt af pendlende cyklister, få børn samt få kryds/indkørsler.

Ved valg af teststrækninger har det været et krav, at der var cykelsti og forholdsvis mange cyklister. Cyklisternes hastighed er målt i hhv. starten og slutningen af teststrækningen, dvs. hhv. *før* og *efter* den hastighedsdæmpende foranstaltning. Hastigheden er målt over et 5 m langt felt. Hastighedsfeltet *efter* er placeret i en afstand af 5 m fra slutningen af den hastighedsdæmpende foranstaltning. Vejarbejdet er forvarslet med en A39 tavle ca. 20 m inden selve foranstaltningen. På figur 2.1 ses principskitser af de to teststrækninger.



***Figur 2.1**: Principskitse af teststrækninger med testzone og hastighedsfelter på cykelstierne langs Lundtoftegårdsvej i Lyngby (til venstre) og Gladsaxe Ringvej (til højre). Stitrafikanternes hastighed måles hhv. før og efter passage af den hastighedsdæmpende foranstaltning placeret i testzonen.*

2.2 Hastighedsmålinger

Hastigheden måles ud fra videooptagelser af cyklisternes passage af de to 5 m lange hastighedsfelter *før* og *efter* passage af testzonen. Når der ikke er opsat hastighedsdæmpende foranstaltninger i testzonen, forventes cyklisternes hastighed at være ens gennem de to hastighedsfelter. Dette verificeres ved at udføre en referencemåling som beskrevet i afsnit 3.1. Der måles hastighed både for cykler (alle cykeltyper) og knallerter.

I det efterfølgende dækker betegnelserne ”cykler” og ”cyklister” over alle kørende stitrafikanter, hvoraf mere end 95% kører på 2-hjulede cykler som traditionelle cykler, racercykler, mountainbikes eller el-cykler. Ladcykler, Cykler med anhænger og knallerter udgør tilsammen under 5 %.

Der er meget få fodgængere på cykelstierne, og der er ikke foretaget hastighedsmålinger, mens de passerer hastighedsfelter og testzone. Der foretages heller ikke hastighedsmålinger i snittet efter den hastighedsdæmpende foranstaltning for cyklister, der kører uden om foranstaltningen.

Der måles kun hastighed på *fritkørende* cyklister. En *fritkørende* cyklist er en cyklist, der frit kan vælge sin kørehastighed uden påvirkning fra andre trafikanter. Tidsafstanden til en forankørende cyklist skal være mindst 2 sek., før en cyklist betragtes som fritkørende.

Til videoregistreringerne er anvendt 2 videokameraer fastspændt på eksisterende tavlestandere/lygtepæle. Placeringerne fremgår af figur 2.1. Kameraerne er små og godt camoufleret, når de er monteret på tavlestandere/lygtepæle. Det forventes derfor, at de ikke på nogen måde har påvirket cyklisternes hastighed.

Hastigheden måles ud fra cyklistens passagetid gennem hastighedsfeltet. Ved registrering af ind- og udkørsel af feltet er der en lille usikkerhed. Hastighedsfeltets længde er i denne undersøgelse sat til 5 m. Længden er valgt ud fra et ønske om at kunne bestemme cyklisternes hastighed kort efter, de har passeret den hastighedsdæmpende foranstaltning. Et længere hastighedsfelt kan give en større målepræcision forudsat, at cyklisterne kan forventes at have samme hastighed ved ind- og udkørsel af hastighedsfeltet. Det er ikke tilfældet i denne undersøgelse, fordi en stor del af cyklisterne forventes at påbegynde acceleration kort efter passage af den hastighedsdæmpende foranstaltning.

Videooptagelserne optager med 25 billeder per sekund, hvilket svarer til, at en cyklist, der kører 20 km/t, når at bevæge sig 22 cm mellem hvert billede på filmen. Det vurderes, at måleusikkerheden normalt ligger på 0,5 -1 frame per registrering. Ved en cykelhastighed på 20 km/t, giver det en usikkerhed på +/- ½ -1 km/t. Usikkerheden er størst ved høje hastigheder. For at minimere måleusikkerheden er hastighedsregistreringerne i forbindelse med de enkelte testdesign foretaget af den samme observatør.

For at undersøge, om der er forskel på cyklisternes middelhastighed hhv. før og efter passage af den fartdæmpende foranstaltning, er der lavet en signifikanstest. De målte hastigheder kan med rimelighed antages at være normalfordelte, og derfor benyttes T-test.

2.3 Testdesigns

I det følgende gives en beskrivelse af de fartdæmpende foranstaltninger, der indgår i testen. Fælles for de testede designs er, at de alle er forsøgt tilpasset, så foranstaltningerne er sikre at cykle igennem, uanset cykeltype. Hjulbredde, hjulstørrelse, affjedring, cykellængde og cykelbredde kan dog have en betydning for, hvordan gennemkørsel af foranstaltningen opleves for den enkelte cyklist.

2.3.1 Mobile rumleriller – Design 1

Der er i tidligere forsøg udført test med mobile rumleriller til fartdæmpning for biltrafik i forbindelse med vejarbejde. Testen blev udført med brug af *Road Quakes,* som er en amerikansk udgave af en mobil rumlerille, se figur 2.2. Højden af rillerne er 2 cm, og rillerne sammensættes af moduler, der hver er ca. 110 cm brede og 33 cm lange.

Figur 2.2: *Road Quakes er en amerikansk mobil rumlerille udviklet til midlertidig fartdæmpning for biltrafik ved vejarbejde. På foto til højre ses rumlerillerne anvendt på cykelsti.*

Indledningsvis blev der udført nogle pilottests på lukket vejareal for at finde frem til nogle passende afstande mellem rillerne.

Dernæst blev tre forskellige versioner med de mobile rumleriller til fartdæmpning af cykeltrafik testet på cykelstien på Lundtoftegårdsvej.

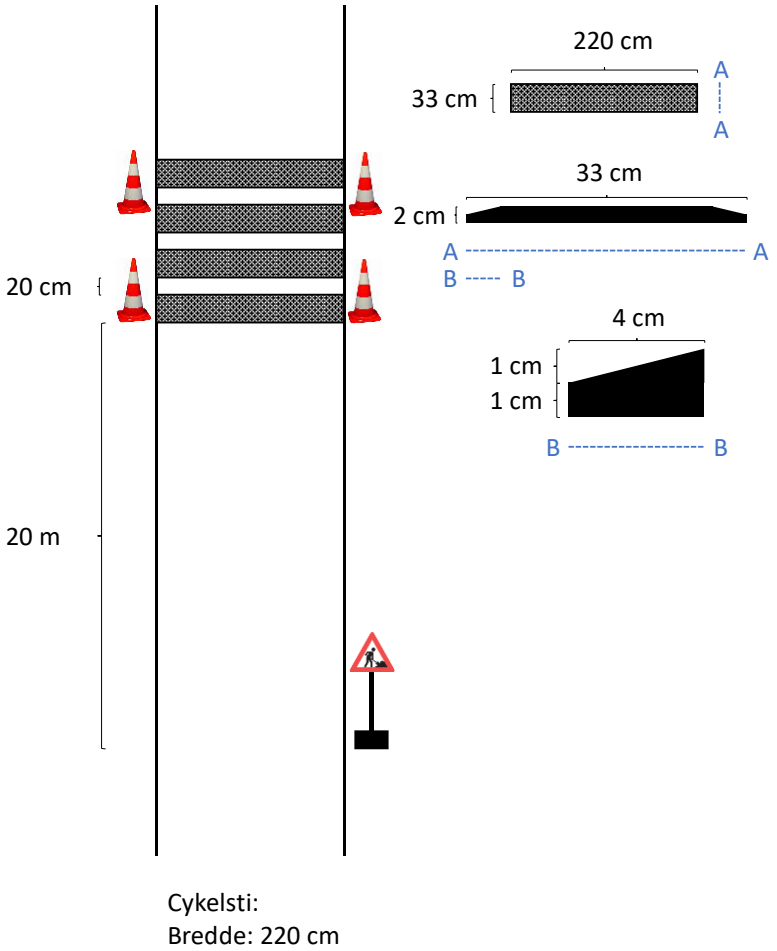
Fordi rillerne er sorte, er synligheden af rillerne ikke så god for cyklisterne, som man kunne ønske sig. Riller i en kontrastfarve til asfalten ville nok være bedre. For at synliggøre rillerne blev de suppleret med kegler og forvarslet med en advarselstavle A39 (vejarbejde) 20 meter før den første rumlerille. Keglerne hjalp også med at reducere antallet af cyklister, der forsøgte at køre udenom rumlerillerne.

Principskitser for de tre testede versioner med mobile rumleriller er vist i figur 2.3, figur 2.4 og figur 2.5. Rumlerillerne er udlagt med en indbyrdes afstand på 20

cm. Der er testet designs med sæt af fire og tre rumleriller samt en løsning med én rumlerille som forvarsling i en afstand af 6 m fra et sæt af tre rumleriller.

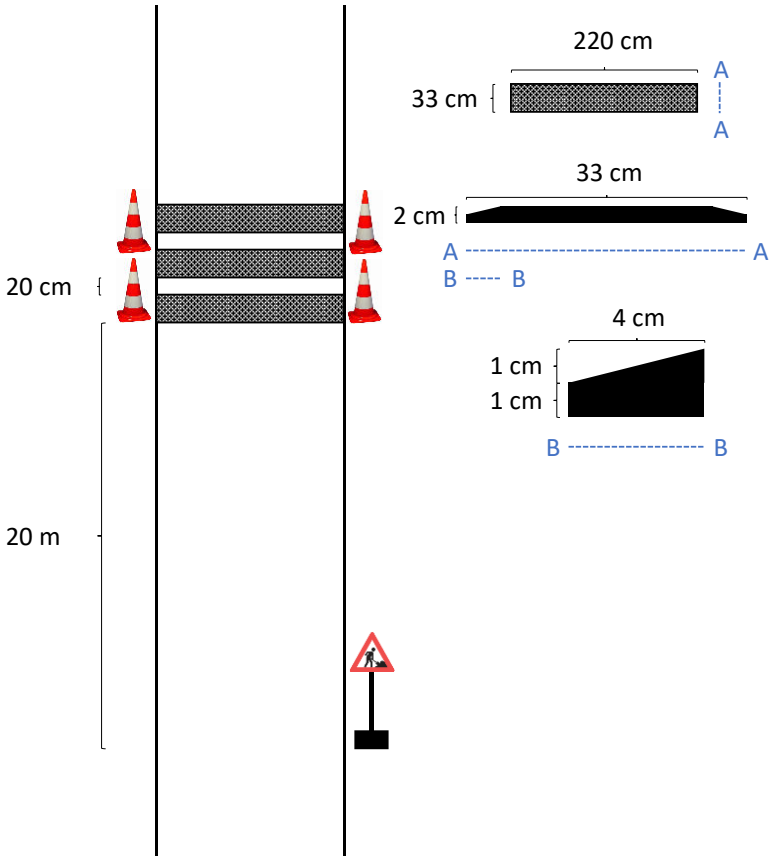
Resultaterne er beskrevet i afsnit 3.2.

Testdesign 1.1 – mobile rumleriller



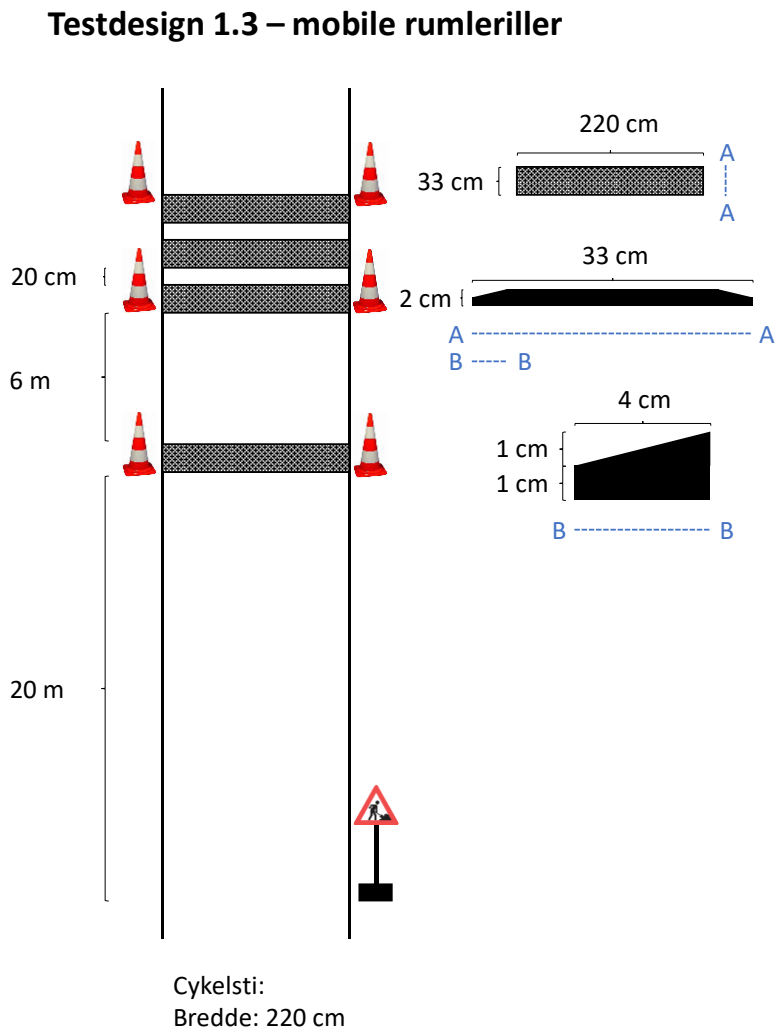
***Figur 2.3**. Design 1.1. Fire rumleriller med en indbyrdes afstand på 20 cm.*

Testdesign 1.2 – mobile rumleriller



Cykelsti:
Bredde: 220 cm

Figur 2.4. *Design 1.2. Tre rumleriller med en indbyrdes afstand på 20 cm.*



Figur 2.5: *Design 1.3. Afstanden mellem de to første rumleriller er 6 m, mens afstanden mellem de efterfølgende 3 rumleriller er 20 cm.*

2.3.2 Forsætning med N42 tavler – Design 2

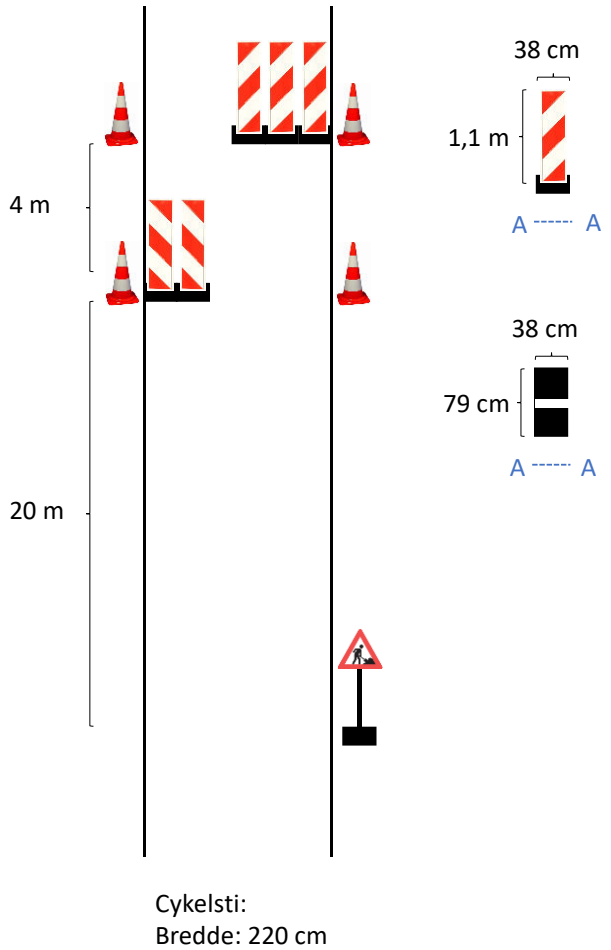
En forsætning på cykelstien skabes ved at etablere først en indsnævring i den ene side af cykelstien efterfulgt af en indsnævring fra den modsatte side af cykelstien.

Indledningsvis er der udført pilotforsøg på lukket areal for at finde frem til dimensioner på forsætning, der på den ene side tvinger cyklisterne til at ændre retning og følge en S-kurve, og på den anden side ikke udgør en egentlig fare for cyklisterne. Samtidig skal det være muligt at køre igennem uanset cykeltype.

Der er testet 2 versioner med forsætning af cykelarealet. De er vist i figur 2.6 og figur 2.7. I begge testdesign indsnævres først fra venstre side, så det er de hurtige cyklister til venstre på stien, der skal flette ind blandt cyklisterne i stiens højre side. Forsætningerne blev etableret ved brug af lette N42-tavler i plast, der er 1,1

m høje og har en bredde på ca. 38 cm. Tavlerne stod på fødder med en bredde på 38 cm og en længde på 79 cm. For at forhindre cyklisterne i at køre udenom, blev der suppleret med kegler ved siden af N42-tavlerne. I begge versioner blev der forvarslet med en A39-tavle cirka 20 meter før den første indsnævring.

Testdesign 2.1 – forsætning med N42-tavler

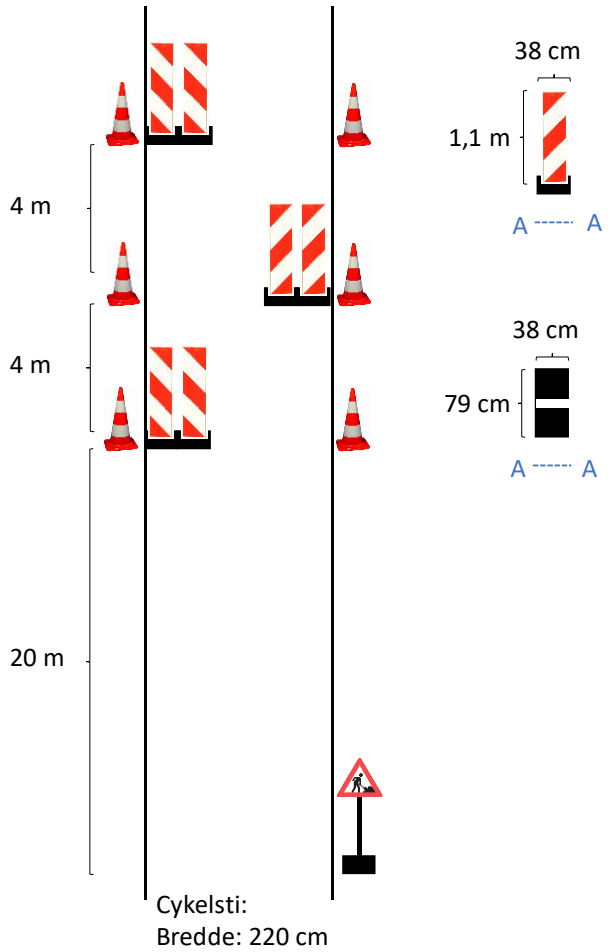


Figur 2.6: *Design 2.1. Forsætning af cykelsti ved brug af to sæt N42 tavler.*

I design 2.1 er cykelarealet først indsnævret fra venstre med to N42-tavler. Ca. 4 m derefter indsnævres cykelarealet fra højre ved at opstille tre N42-tavler i højre side af cykelstien, som vist på figur 2.6. I denne version kan cyklisterne ikke se igennem foranstaltningen og tvinges dermed ud i en S-kurvebevægelse for at passere.

I design 2.2 er cykelarealet først indsnævret fra venstre, dernæst fra højre og efterfølgende igen fra venstre. Hver indsnævring blev etableret ved brug af to N42-tavler, som vist på figur 2.7.

Testdesign 2.2 – forsætning med N42-tavler



Figur 2.7: *Design 2.2. Forsætning af cykelsti ved brug af tre sæt N42 tavler.*

Resultaterne af de gennemførte tests med forsætninger er beskrevet i afsnit 3.3.

2.3.3 Præfabrikerede mobile bump – Design 3.

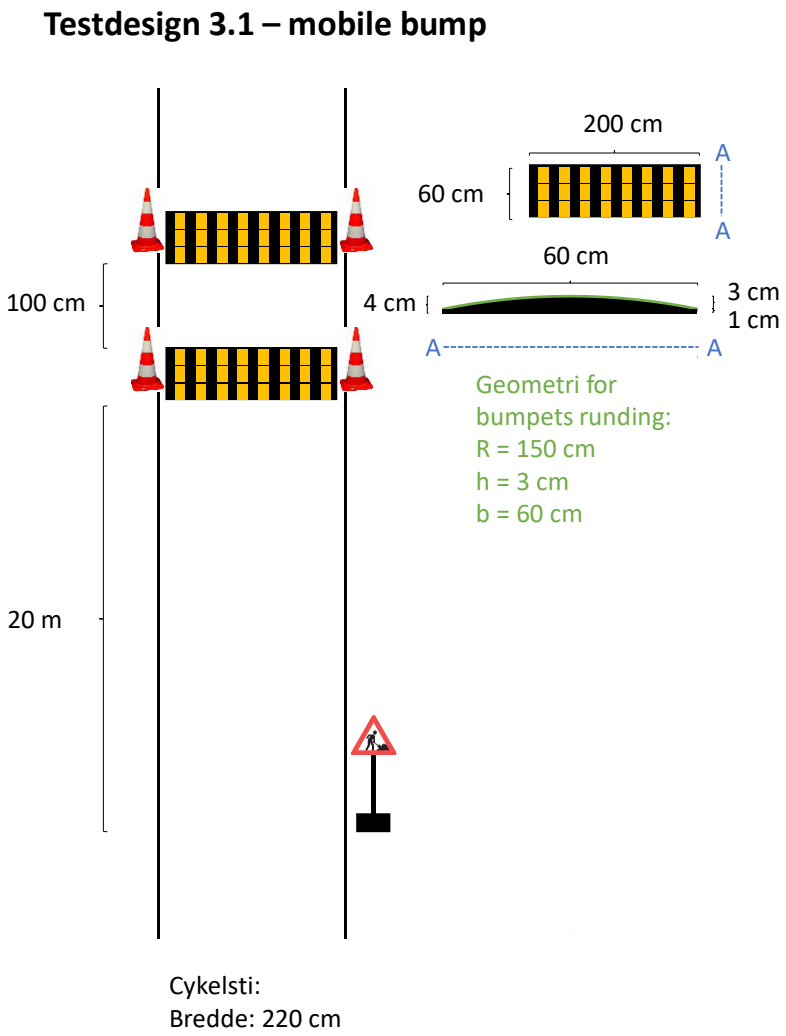
SafeRoad har stillet præfabrikerede hastighedsbump (Sisas i Italien) til rådighed for forsøget, se figur 2.8. Bumpene har farvekombinationen sort/gul. De kan sammensættes af stykker, der har længden 60 cm, bredden 48 cm, og højden 3 cm på det højeste.

Indledningsvis blev der foretaget pilottest med forskellige cykeltyper på lukket vejareal med det formål at afgrænse et passende interval for afstande mellem to på hinanden følgende bump.

Der blev udført forsøg med to på hinanden følgende bump med en indbyrdes afstand på hhv. 1 m (se figur 2.9) og 0,75 m (se figur 2.11), samt forsøg med ét bump (se figur 2.10). Der blev i alle tre testdesigns opstillet advarselstavler (A39) 20 m før det første bump på cykelstien. For at forhindre cyklisterne i at køre udenom, blev der suppleret med kegler ved siden af de mobile bump. I alle versioner blev der forvarslet med en A39-tavle cirka 20 meter før den første indsnævring.

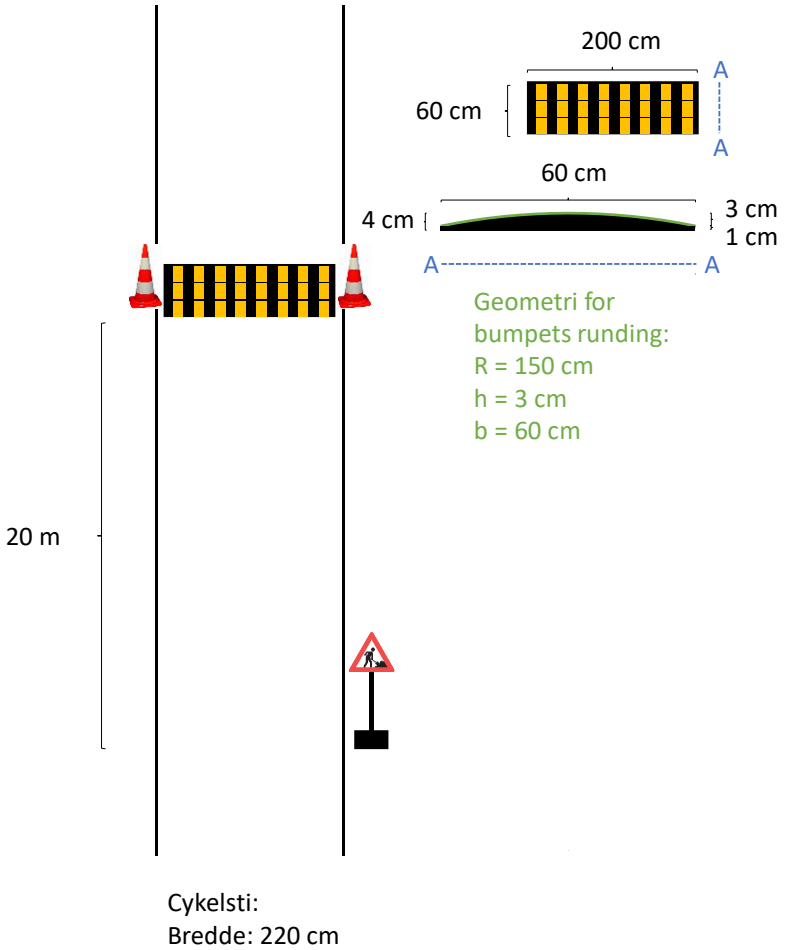
Figur 2.8. *Præfabrikeret mobilt hastighedsbump*

Resultaterne af de gennemførte tests med præfabrikerede mobile bump er vist i afsnit 3.4.

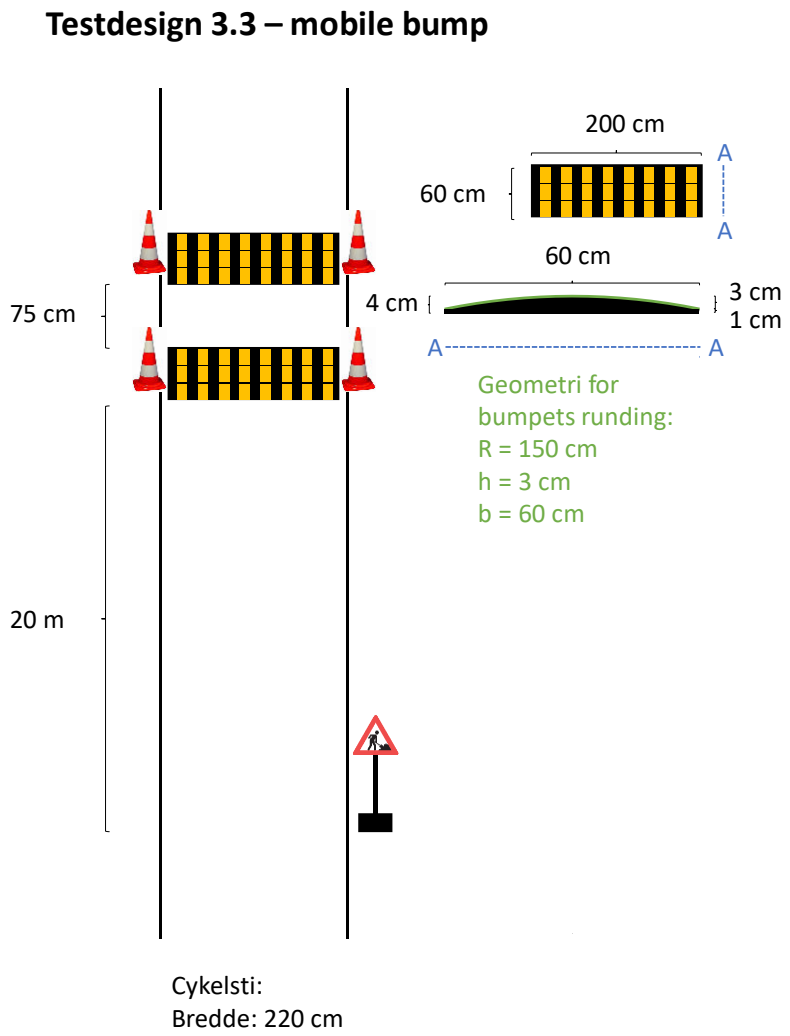


***Figur 2.9**. Design 3.1 bestående af to mobile bump med en indbyrdes afstand på 1m.*

Testdesign 3.2 – mobile bump



***Figur 2.10**. Design 3.2 bestående af ét mobilt bump.*



***Figur 2.11**. Design 3.3 bestående af to mobile bump med en indbyrdes afstand på 0,75 m.*

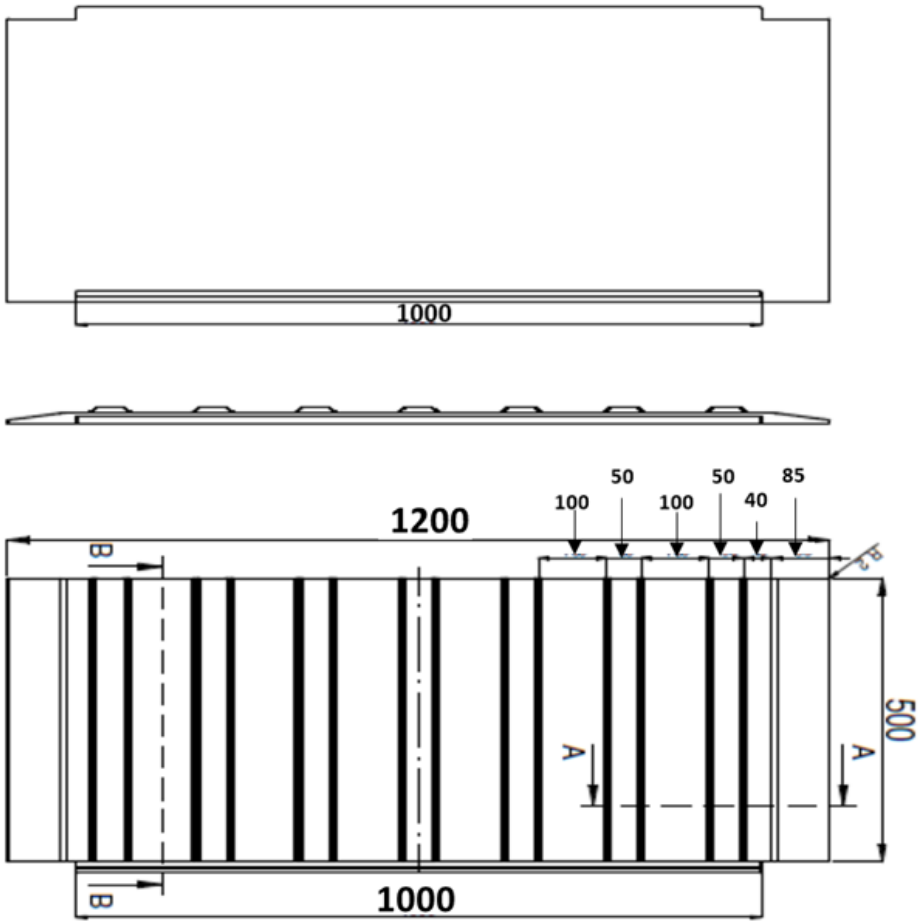
2.3.4 Skridsikker gummimåtte med rumleeffekt (prototype) – Design 4

GevekoMarkings har fremstillet en prototype af en skridsikker gummimåtte. Til reduktion af cyklisters hastighed. Effekten af denne er testet i design 4.

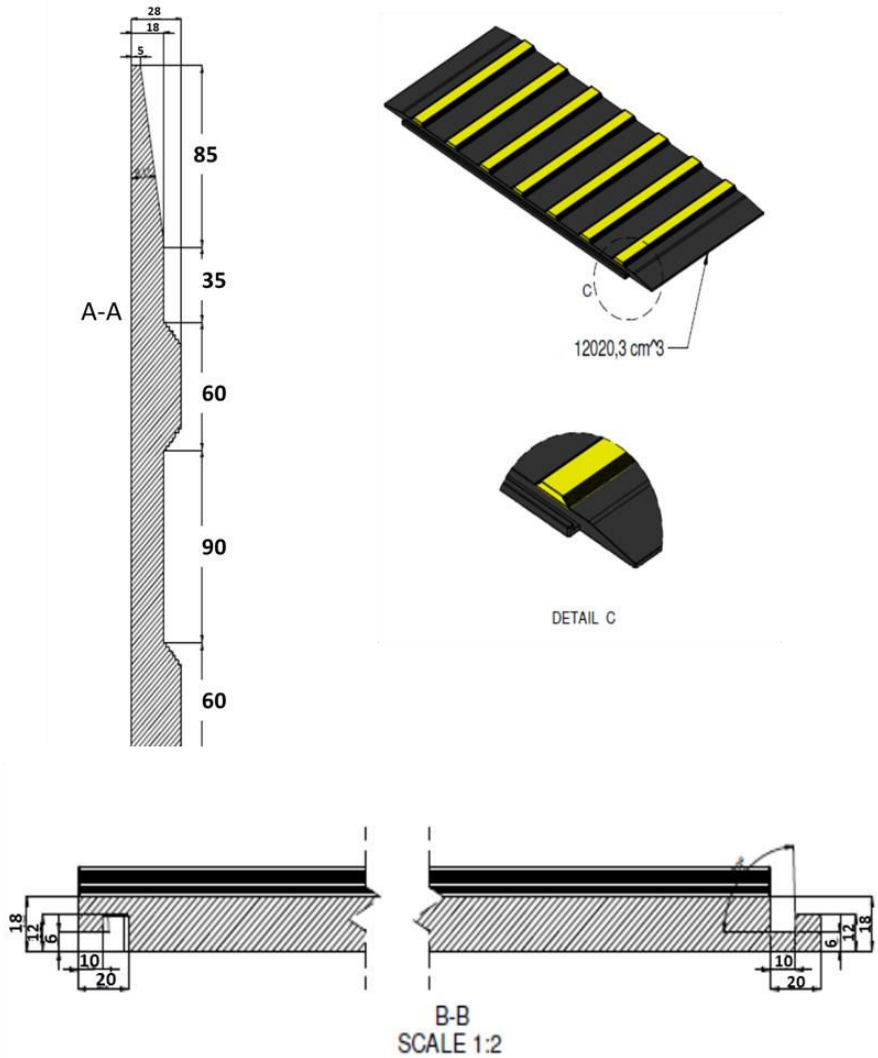
Der blev indledningsvis gennemført pilottest med det formål at finde frem til en brugbar afstand mellem de gule rumleriller i gummimåtten. Hertil blev anvendt en slags "rumlemåtte" lavet af tagpap med rumlestriber udført i premark. Premark-striberne blev lavet i forskellige sæt med varierende afstande mellem striberne. Formålet var at skyde sig ind på den afstand, der ønskes for den specialfremstil-lede gummimåtte, der skulle indgå i hovedtesten. I pilottesten blev prøvemåtten overkørt med forskellige cykeltyper. Det er vigtigt, at afstanden mellem striberne er stor nok til, at cyklernes hjul rammer underlaget mellem striberne samtidig med, at afstanden skal være tilpas lille, så der opnås en rumleeffekt.

Målene for den specialfremstillede gummimåtte, der blev testet i denne undersøgelse (design 4), er: rillebredde på 5 cm, afstand mellem riller på 10 cm og en rillehøjde på 7 mm, som evt. kan justeres op til 10 mm. Principskitse ses i figur 2.12 og figur 2.13, mens et billede af den testede måtte ses i figur 2.14.

Gummimåtten fremstilles i moduler med længde 120 cm og bredde 50 cm. Modulerne kan "klikkes" sammen langs siden, således at "sammenklikkede" moduler kan dække en stibredde på fx 2,0 meter.



***Figur 2.12**. Principskitse af gummimåtte med rumleeffekt til fartdæmpning for cykeltrafik set fra oven og siden. I figur 2.13 ses de detaljerede udsnit.*

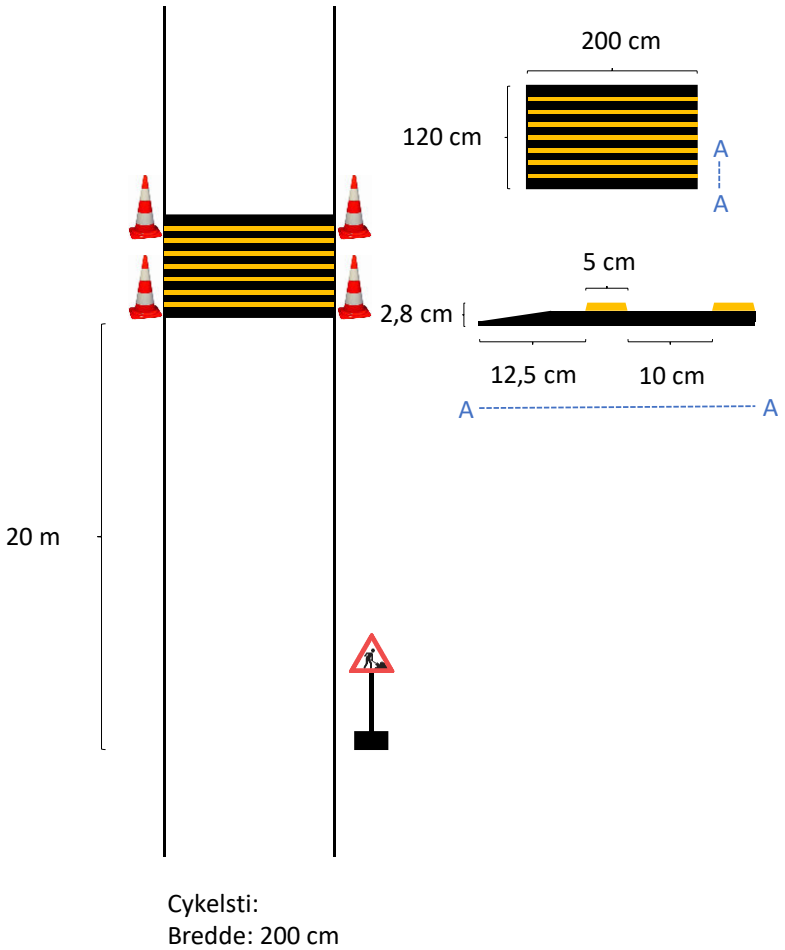


Figur 2.13. *De detaljerede udsnit fra principskitsen af gummimåtte med rumleeffekt vist i figur 2.12.*

Figur 2.14. *Den testede prototype af skridsikker gummimåtte.*

I figur 2.15 ses testdesignet med den skridsikre gummimåtte. For at forhindre cyklisterne i at køre udenom, blev der suppleret med kegler på begge sider af gummimåtten. Der blev forvarslet med en A39-tavle cirka 20 meter før den første indsnævring.

Testdesign 4 – skridsikker gummimåtte



***Figur 2.15**. Design 4.1 bestående af præfabrikeret gummimåtte.*

Resultaterne for design 4 fremgår af afsnit 3.5.

3. Resultater

De gennemførte tests inkluderer 1) Mobile rumleriller, 2) Forsætninger bestående af N42 tavler, 3) Præfabrikerede gule/sort gummibump og 4) Prototype af skridsikker gummimåtte med rumleeffekt.

For at sikre at cyklisternes hastighed i de to hastighedsfelter er sammenlignelige, er der foretaget en referencehastighedsmåling på de to hastighedsfelter for en situation UDEN fartdæmpende foranstaltning.

Alle målinger relateret til design 1, 2 og 3 er foretaget på en hverdag i juni eller september 2017, mens målingerne for design 4 er foretaget i juni 2018.

3.1 Referencemåling

Nedenfor følger hastighedsmålingerne for de to hastighedsfelter i en situation UDEN fartdæmpende foranstaltning på de to teststrækninger.

Af tabel 3.1 ses, at såvel middelhastighed som 85% fraktil er på samme niveau for de to hastighedsfelter. Det betyder, at vi i de efterfølgende tests kan forvente, at lavere middelhastigheder og 85% fraktilhastigheder i målesnittet *efter* sammenlignet med målesnittet *før* kan relateres til den fartdæmpende foranstaltning.

	Middelhastighed (km/t)		85-fraktil (km/t)		Antal obs.	
Referencemåling	Før	Efter	Før	Efter	Før	Efter
Lundtoftegårdsvej	21,5	22,1	26,5	26,5	472	475
Gladsaxe Ringvej	25,2	25,3	30,0	30,0	627	620

Tabel 3.1. *Hastighedsmålinger for de to hastighedsfelter UDEN fartdæmpende foranstaltning.*

Det bemærkes, at det generelle hastighedsniveau er noget højere på cykelstien langs Gladsaxe Ringvej, hvorved det kun er rimeligt at sammenligne *forskellen* mellem *før* og *efter* for de forskellige testdesigns.

3.2 Mobile Rumleriller – Design 1

Der er testet tre alternative designs med mobile rumleriller. Design 1.1 med 4 på hinanden følgende rumleriller (indbyrdes afstand 20 cm), Design 1.2 med 3 på hinanden følgende rumleriller (indbyrdes afstand 20 cm) og Design 1.3 med 4 rumleriller, hvor afstanden mellem de to første rumleriller er 6 m, mens afstanden mellem de sidste tre rumleruller er 20 cm. De tre alternativer ses i figur 3.1. Principskitser med angivelse af mål er vist i kapitel 2.

Der blev under forsøget registreret enkelte cyklister, hvor kæden hoppede af cyklen ved passage af rumlerillerne. Enkelte cyklister valgte at køre ud på kørebanen og undgik dermed at køre over rumlerillerne. Rumlerillerne var forholdsvis ubehagelige at passere, uanset hastighedsniveau, og i øvrigt svære at se/erkende på lang afstand. Samtidig fornemmedes det, at cyklisterne undervurderede rumlerillernes rumleeffekt. Det blev i øvrigt konstateret, at rumlerillerne forskubbede sig på cykelstien i løbet af testperioden.

Figur 3.1: *De tre testede alternativer med rumleriller: Design 1.1, til venstre, Design 1.2 i midten og Design 1.3 til højre.*

Som det fremgår af tabel 3.2, falder middelhastighed og 85% fraktil for alle tre designs efter passage af rumlerillerne.

Trafikanterne har den laveste middelhastighed efter den hastighedsdæmpende foranstaltning ved design 1.3, men den relative hastighedsnedsættelse afviger ikke markant fra de to øvrige designs. For alle tre designs er hastighedsreduktionen på 12-15%.

85% fraktilen viser dog, at andelen af cyklister, der kører hurtigt, falder mest for design 1.3. Data tyder således på, at design 1.3 med forvarsling, i højere grad end de to øvrige designs, får de hurtige cyklister til at sætte farten ned.

	Middelhastighed (km/t)			85-fraktil (km/t)			Antal observationer	
Testdesign	Før	Efter	Forskel	Før	Efter	Forskel	Før	Efter
1.1	21,7	19,1	-2,7	26,5	23,7	-2,8	491	521
1.2	21,5	18,5	-3,0	25,0	22,5	-2,5	322	340
1.3	20,5	17,5	-3,0	25,0	21,4	-3,6	338	346

Tabel 3.2. *Registrerede cyklisthastigheder før og efter passage af rumleriller. Ved alle tre designs er cyklisternes middelhastighed signifikant lavere efter passage sammenlignet med før.*

3.3 Forsætning med N42 tavler – Design 2

Der er testet 2 alternative designs med indsnævring og forsætninger ved brug af N42 tavler.

I design 2.1 er cykelarealet først indsnævret i venstre side, og 4 m efter er cykelarealet indsnævret i højre side af cykelstien. I design 2.2 er cykelarealet først indsnævret fra venstre, dernæst fra højre og efterfølgende igen fra venstre. De to alternativer ses i figur 3.2. Principskitser med angivelser af mål er vist i kapitel 2.

Det blev under forsøget observeret, at cyklisterne i design 2.2 ofte kørte lige igennem opstillingen uden den store ændring af sideværtsplacering, mens de i design 2.1 blev tvunget til at ændre sideværtsplacering for at komme igennem.

Figur 3.2: *De to testede alternativer med forsætning af cykelareal: Til venstre design 2.1 og til højre design 2.2.*

For begge designs ses et mindre fald både i middelhastighed og 85% fraktil efter passage af forsætningerne, se tabel 3.3. Middelhastigheden reduceres med 6-8%. Data tyder på, at de hurtige cyklister nedsætter hastigheden lidt mere ved passage af design 2.1 set i forhold til design 2.2, men forskellene er små.

	Middelhastighed (km/t)			85-fraktil (km/t)			Antal obs.	
Testdesign	**Før**	**Efter**	**Forskel**	**Før**	**Efter**	**Forskel**	**Før**	**Efter**
2.1	20,5	19,2	-1,2	25,0	22,5	-2,5	450	496
2.2	19,8	18,3	-1,5	23,7	22,5	-1,2	185	203

Tabel 3.3*. Registrerede cyklisthastigheder før og efter passage af den hastighedsdæmpende foranstaltning. Ved begge designs er cyklisternes middelhastighed signifikant lavere efter passage sammenlignet med før.*

3.4 Præfabrikerede mobile bump – Design 3

Der er testet 3 alternative designs med præfabrikerede bump.

Design 3.1 består af to på hinanden følgende bump med en indbyrdes afstand på 1 m. Design 3.2 består af et enkelt bump, og design 3.3 består af to på hinanden følgende bump med en indbyrdes afstand på 0,75 m. De 3 alternativer ses i figur 3.3. Principskitser med angivelse af mål er vist i kapitel 2.

Den gul/sorte farvekombination på bumpene gør dem synlige på lang afstand. Ved testkørsler med forskellig hastighed over bumpene, kunne det konstateres, at komforten ved passage af bumpene var væsentligt bedre ved lav end høj hastighed. Således er der en belønning til de cyklister, som respekterer advarslen om vejarbejde og vælger en lav hastighed. Trods placeringen af kegler i rabatten rundt om bumpene valgte enkelte cyklister at køre udenom bumpene. Bumpene forårsagede kun enkelte afhoppede kæder.

Figur 3.3. *De tre testede alternativer med præfabrikerede bump: Design 3.1 til venstre, Design 3.2 i midten og Design 3.3 til højre.*

Både gennemsnitshastighed og 85% fraktil falder efter passage af bump, se tabel 3.4. Men data viser klart, at effekten er størst, når der placeres to bump efter hinanden. Ved design 3.1 og 3.3 reduceres gennemsnitshastigheden med 21-23% mod blot 13% ved design 3.2. Samme mønster ses ved 85% fraktilhastighederne.

	Middelhastighed (km/t)			85-fraktil (km/t)			Antal obs.	
Testdesign	Før	Efter	Forskel	Før	Efter	Forskel	Før	Efter
3.1	20,8	16,1	-4,8	25,0	19,5	-5,5	556	568
3.2	20,9	18,2	-2,7	25,0	22,5	-2,5	412	414
3.3	21,0	16,7	-4,3	25,0	20,5	-4,5	499	479

Tabel 3.4. *Hastighed før og efter passage af bump. Ved alle tre designs er cyklisternes middelhastighed signifikant lavere efter passage af bump sammenlignet med før.*

3.5 Skridsikker gummimåtte med rumleeffekt (prototype) – Design 4

Design 4.1 består af en skridsikker gummimåtte med rumleeffekt. Principskitser med angivelse af mål er vist i kapitel 2. Der er alene testet effekten af én gummimåtte.

Den sort/gule farvekombination gør, at gummimåtten er lettere at se på afstand sammenlignet med f.eks. de ensfarvede sorte mobile rumleriller i Design 1. På afstand fremtræder gummimåtten dog mest som en gul flade, fordi de gule toppe dækker for de sorte dele i bunden.

Figur 3.4. *Gummimåtte med rumleeffekt. De gule rumlestriber er placeret på tværs af kørselsretningen. De gule striber i gummimåtten var meget modtagelige for snavs, hvilket medførte, at de blev beskidte og dermed knap så synlige.*

Ved testkørsler med forskellig hastighed over gummimåtten blev det konstateret, at der stort set ikke var forskel på komforten ved passage ved lav og høj hastighed. Gummimåtten giver således ikke en belønning til de cyklister, som respekterer advarslen om vejarbejde ved at vælge en lavere hastighed. Gummimåtten forårsagede ingen afhoppede cykelkæder. Gummimåtten er forholdsvis tung og ligger stabilt. Den forskubbede sig ikke gennem testperioden.

Både gennemsnitshastighed og 85% fraktil er lavere efter passage af gummimåtten (se tabel 3.5). Gennemsnitshastigheden reduceres med ca. 9%, mens 85% fraktilen reduceres med blot 6%. Effekten af en enkelt gummmimåtte synes således forholdsvis begrænset, også blandt de hurtigste cyklister.

	Middelhastighed (km/t)			85-fraktil (km/t)			Antal obs.	
Testdesign	Før	Efter	Forskel	Før	Efter	Forskel	Før	Efter
4.1	24,8	22,4	-2,3	30,0	28,1	-1,9	509	500

Tabel 3.5. *Hastighed før og efter passage af gummimåtte. Cyklisternes middelhastighed er signifikant lavere efter passage af gummimåtten sammenlignet med før.*

Det er ukendt, hvilken betydning det har for cyklisternes valg af hastighed, at gummimåtten ikke ligner noget, cyklisterne er vant til at køre over. Det er muligt, at en ændring af rillehøjden fra 7 mm til 10 mm vil få cyklisterne til at nedsætte hastigheden yderligere pga. en øget rumleeffekt og dermed et større ubehag som følge af passage af gummimåtten ved høj hastighed.

Da der kun har været én enkelt gummimåtte til rådighed for forsøget, har det ikke været muligt at teste, om to på hinanden følgende gummimåtter evt. vil have en større effekt på hastigheden, ligesom det var tilfældet for de præfabrikerede bump.

3.6 Opsamling

Der er testet fire forskellige typer af hastighedsdæmpende foranstaltninger for cyklister. Resultaterne af testen viser klart, at foranstaltninger med

bump/rumleriller giver bedre hastighedsreduktion sammenlignet med en skridsikker gummimåtte med rumleeffekt og forsætninger udført med N42 tavler.

Data tyder på, at de sort/gule præfabrikerede bump er bedre end de sorte mobile rumleriller. En forklaring kan være, at de sort/gule bump er synlige i god afstand, mens cyklisterne ofte først opdager de sorte rumleriller kort før passage. Det vurderes, at farvekombinationen sort/gul generelt er mere tydelig for design 3 end for design 4. En forklaring kan være, at de gule striber på langs af bumpet (design 3) gør dem mere synlige, end hvis de er placeret på tværs af gummimåtten (design 4).

Ved testkørsler over de sorte rumleriller blev det konstateret, at komforten ved passage af rumlerillerne var meget ringe uanset hastighed. Ved testkørslerne over de gul/sorte præfabrikerede bump blev det konstateret, at komforten steg i takt med et lavere hastighedsvalg. Dvs. at cyklister, der vælger at nedsætte hastigheden inden passage af bumpene, bliver belønnet med en bedre komfort. Komforten ved passage af gummimåtten med rumleeffekt var stort set ens uanset hastighed. En ændring af rillehøjden fra 7 mm til 10 mm vil formentligt øge rumleeffekten.

Alle testdesigns medfører en signifikant reduktion i middelhastigheden efter passage af fartdæmperen.

Referencer

1. Herrstedt, Lene: *Virkemidler til fartdæmpning ved vejarbejde på motorveje og andre højklasseveje. Testede eksempler fra ind- og udland.* Trafitec rapport, november 2016.
2. Buch, Thomas Skallebæk: *Test af E53.4 "Folk på vejen*". Trafitec rapport 2016.