

Retningslinjer for længdeafmærkning

Plane eller profilerede striber - baggrundsnotat



Thomas Skallebæk Buch

4. marts 2020

Indhold

Sammenfatning	3
1. Introduktion	7
1.1 Stribetyper i Danmark og nabolande	8
2. Erfaringer: plane vs. profilerede striber	9
2.1 Synlighed	9
2.2 Støj	11
2.3 Trafiksikkerhed	13
2.4 Drift og driftsomkostninger	14
2.5 Opsamling for relevante striber i dansk kontekst	15
3. Danske krav og anbefalinger	17
3.1 Danske krav til plan og profileret længdeafmærkning	17
3.2 Vejreglernes anbefalinger og vejledninger for stribevalg	18
3.3 Udførelse af striber i praksis	19
3.4 Fotoeksempler	21
4. Plane vs. profilerede striber i nabolande	23
4.1 Sverige	23
4.1.1 Profilerede/plane striber	23
4.1.2 Rumleriller	24
4.1.3 Svenske fotoeksempler	24
4.2 Storbritannien	28
4.2.1 Profilerede/plane striber	28
4.2.2 Britiske fotoeksempler	30
4.3 Holland	32
4.3.1 Profilerede/plane striber	32
4.3.2 Hollandske fotoeksempler	33
4.4 Norge	35
4.4.1 Profilerede/plane striber	36
4.4.2 Norske fotoeksempler	38
4.5 Opsamling på tværs af lande	39
5. Alternative afmærkningsløsninger	41
Referencer	45

Sammenfatning

Nærværende notat er en opsamling på erfaringer med plane og profilerede striber til længdeafmærkning i forhold til fire centrale forhold:

- Synlighed
- Støj
- Trafiksikkerhed
- Drift og driftsomkostninger

Notatet omfatter desuden en beskrivelse af danske krav og anbefalinger til brug af plane og profilerede striber. Desuden er der indsamlet oplysninger om krav og praksis for nabolandene: Sverige, Storbritannien, Holland og Norge.

Formålet er at danne et grundlag for at kunne udarbejde retningslinjer for, hvordan plane og profilerede striber skal benyttes i længdeafmærkningen på strækninger på statsvejnettet. Retningslinjerne forventes at være gældende i de næste år.

Baggrundsmaterialet er indsamlet ved gennemgang af regler og standarder i de forskellige lande, kontakt til relevante personer i Vejdirektoratet og materiale tilsendt fra Vejdirektoratets kontaktpersoner i nabolande.

Plane striber er de mest synlige i dagslys og giver ikke anledning til øgede støjgener fra trafikken, men de kan være svære at se i mørke/vådt føre. Profilerede striber er til gengæld mere synlige i mørke/vådt føre, men kørsel på striberne kan føre til afgivelse af en øget mængde støj til vejens omgivelser. Støjen kan ledsages af vibration i køretøjet, og begge dele kan advare trafikanter, der utilsigtet er ved at forlade kørebanen. Såvel omfang af støj som vibration afhænger af mønsteret i profileringen.

I Danmark udføres profilerede striber sædvanligvis med typen longflex, men i enkelte tilfælde anvendes typen multidot. En ny profileret stribe, longdot testes i øjeblikket, men den er endnu ikke certificeret. Eksempler på striberne kan ses i Figur 2, side 10. På baggrund af erfaringsindsamlingen er disse tre profilerede striber samt plane striber bedømt i forhold til synlighed i dagslys, synlighed i mørke/vådt føre, støj og trafiksikkerhed (se Tabel 1). Drift er ikke medtaget i tabellen, idet stribernes holdbarhed afgøres ved certificering, og der dermed gælder samme betingelser for sribetyperne afhængig af på hvilken vej og til hvilken type længdeafmærkning, de skal benyttes. Striberne er umiddelbart lige følsomme overfor vintervedligehold og snerydning, men longflex er formentlig lidt mere skrøbelig overfor ødelæggelse i tilfælde af, at vintertjenesten er nødt til at tage stålskær i brug på sneplovene under en streng vinter.

Type på stribe	Synlighed: Dagslys	Synlighed: Mørke/vådt føre ²	Støj	Trafiksikkerhed
Plan	Bedst	Kan ikke opfylde krav	Mindst støj	Ingen advarsel ved overskridelse og ringe synlighed i mørke/vådt føre
Longflex	Dårligere end plan, men kan opfylde krav	Dårligere end longdot, men kan opfylde krav	Mest støj	Bedst
Multidot	Lidt dårligere end plan	Bedst	Nogen støj og generende tone	Ringe advarsel ved overskridelse
Longdot ¹	Lidt dårligere end plan	Lidt dårligere end multidot	Lidt mere støjende end plan	Ringe advarsel ved overskridelse

Tabel 1: Opsamling og bedømmelse af egenskaber ved fire sribetyper på en skala fra mørkegrøn til rød, hvor striben med mørkegrøn har de bedste egenskaber, og de øvrige striber tildeles en farve ud fra en vurdering af, hvor meget dårligere de er. Note: 1) Longdot er endnu ikke godkendt, da den mangler at bestå holdbarhedstest, 2) krav til synlighed i mørke/vådt føre stilles typisk kun til hvide kantlinjer på strækninger uden belysning på det overordnede vejnet.

Hverken Danmark eller de fire nabolande har en klar beskrivelse af, hvornår der skal benyttes plane og profilerede striber i længdeafmærkningen. Profilerede striber benyttes dog næsten udelukkende til kantlinjer. Udstrækningen i brugen af profilerede striber, såvel som typen af profilerede striber, varierer betydeligt mellem landene. Det er således meget forskelligt, hvordan de forskellige landes myndigheder foretager afvejningen mellem på den ene side at optimere trafikafvikling og trafiksikkerhed og på den anden side at minimere støjgener hos vejenes naboer.

I Danmark benyttes profilerede striber (longflex) til kantlinjer og begrænsningslinjer til spærreflade uden for byzone, mens øvrig længdeafmærkning etableres med plane striber. Der er ikke klart definerede anbefalinger for, hvornår en plan stribe bør benyttes frem for en profileret stribe, men der skal tages hensyn til boliger og støjfølsomme områder. Det betyder mulighed for, at anbefalingerne kan fortolkes forskelligt. Ved genopfriskning af afmærkning overvejes typen sjældent, idet den nye afmærkning som udgangspunkt udføres tilsvarende den gamle. Profilerede striber benyttes til langt de fleste kantlinjer på motorveje, men undtagelser forekommer – dog uden klar systematik. På landeveje udføres kantlinjer også primært med profilerede striber, men der gøres oftere undtagelser end på motorveje, idet boliger oftere ligger tæt på vejen.

I Sverige benyttes profilerede striber til kantlinjer på de fleste motorveje. Der stilles krav til kantlinjers synlighed i vådt føre ved ÅDT >1.000 på alle veje i åbent land uden vejbelysning. Dette betyder i realiteten, at kantlinjerne skal udføres med profilerede striber, men det er ikke beskrevet, hvornår der kan eller skal fraviges fra dette. Til gengæld har Sverige velbeskrevne regler og anbefalinger i forbindel-

se med brug af rumleriller bl.a. af støjhensyn. Longflex benyttes, men andre typer profilerede striber udformet ud fra nogenlunde sammenlignelige principper synes at være de foretrukne.

I Storbritannien anvendes profilerede striber umiddelbart til alle kantlinjer på motorveje. På øvrige veje i åbent land kan profilerede striber også anvendes på veje med nødspor eller kantbane. Den profilerede stribe adskiller sig markant fra den danske. Der er tale om en plan stribe med tilføjede ribber, som må formodes at give en meget kraftig effekt ved kørsel på striben. Afbrydelse af profilering sker af hensyn til fodgængere, cyklister og motorcyklister, mens støjhensyn ikke nævnes. Andre typer profilerede striber benyttes formentlig kun i beskedent omfang. Færdselssøm benyttes i stor udstrækning til understøttelse af længdeafmærkningen.

I Holland anvendes profilerede striber i stil med den britiske udgave meget restriktivt af støjhensyn, og det betyder formentlig en meget begrænset udbredelse. Støjhensyn betyder, at alternative profilerede striber med øget synlighed i mørke/vådt føre har en mildere profilering end profilerede striber anvendt i Danmark og dermed en meget svag effekt ved kørsel på striben. Det er muligt, at disse profilerede striber anvendes i noget omfang til forskellige typer længdeafmærkning, men det kan være svært at skelne mellem disse profilerede striber og plane striber.

I Norge anvendes profilerede striber i stor stil til kantlinjer på motorveje. Ligeledes er der krav til kantlinjers synlighed i mørke og vådt føre på statsveje uden vejbelysning med ÅDT >2.000, hvilket i realiteten betyder en profileret stribe. Der skal dog tages hensyn til støj ved nærliggende bebyggelser, uden det defineres klart, hvornår profilerede striber skal udelades. Longflex anvendes, men andre typer profilerede striber udformet efter sammenlignelige principper eller i stil med multidot er mest udbredte. Kantlinjer og midtlinjer placeres ofte i nedfræsede flade spor eller nedfræsede sinusrumleriller.

1. Introduktion

Vejdirektoratet ønsker retningslinjer for brug af plane og profilerede striber i forbindelse med længdeafmærkning på strækninger på statsvejnettet. Retningslinjerne skal være gældende de kommende år, og de ønskes udformet for strækninger på statsvejnettet for følgende vejtyper:

- Motorveje
- Tilslutningsanlæg på motorveje
- Motortrafikveje
- Øvrige statsveje i landzone
- Øvrige statsveje i byzone

Retningslinjerne skal afgrænse, hvornår Vejdirektoratet skal benytte plane og profilerede striber i forbindelse med kantlinjer, begrænsningslinjer til spærreflader, delelinjer og midtlinjer. Der skelnes mellem plane striber, traditionelle profilerede striber (longflex) og evt. ”alternative” profilerede striber med profilering i andre mønstre, hvor kørsel på striben udsender mindre støj til omgivelserne end ved kørsel på longflex.

Retningslinjerne skal overholde afmærkningsbekendtgørelsen og i vid udstrækning være i tråd med praksis i Danmark og nabolandene. I dette baggrundsnotat beskrives så vidt muligt erfaring og praksis med de forskellige sribetyper samt regler og praksis for brugen i Danmark og nabolande som Sverige, Storbritannien, Holland og Norge.

Indsamlede erfaringer fokuserer på fire forhold:

- Støj
- Synlighed
- Trafiksikkerhed
- Drift

Der fokuseres i særdeleshed på danske erfaringer, da forholdene er påvirkelige af sribetype, vejrforhold, trafiksammensætning mv. Udenlandske erfaringer bidrager med vigtigt supplement til de danske erfaringer.

Danske erfaringer, krav og praksis er indsamlet ved gennemgang af afmærkningsbekendtgørelser, danske vejregler samt kontakt til relevante fagpersoner. Nabolandes erfaringer, krav og praksis er indsamlet gennem Vejdirektoratet, som har forespurgt deres kontaktpersoner i de pågældende lande.

Kapitel 2, 3 og 4 i nærværende notat beskriver således grundlaget for udarbejdelse af retningslinjer. Udarbejdelsen udføres i samspil med nøglepersoner hos Vejdirektoratet.

rektoratet for så vidt muligt at sikre, at retningslinjerne er forventningsafstemt i forhold til kommende brugere af retningslinjerne.

Kapitel 5 beskriver nogle alternative løsninger i forbindelse med længdeafmærkning, som ikke indgår i retningslinjerne, men som det kunne være relevant at afprøve i forbindelse med forsøg. De alternative løsninger er primært inspireret af praksis i vores nabolande.

1.1 Stribetyper i Danmark og nabolande

I Danmark anvendes primært plane striber og profilerede striber af typen longflex. Desuden har der været forsøg med nogle alternative profilerede striber med forskellige mønstre, bl.a. den nyudviklede longdot (se Figur 1). Det er primært disse tre stribetyper, der har været i tankerne i forbindelse med udviklingen af retningslinjer til statsvejnettet. Formålet med longdot (og andre alternative striber) er primært at kompensere for nogle af ulemperne ved longflex og plane striber, dvs. henholdsvis udsendelse af støj til omgivelserne ved kørsel på striben og ringe synlighed i mørke/vådt føre.



Figur 1: Venstre: plan stribe, midt: longflex, højre: longdot (Sørensen, 2018).

Plane striber anvendes ligeledes som den primære stribetype i vores nabolande, og striberne betegnes ofte som type I striber. Striber med en øget synlighed i mørke/vådt føre betegnes ofte som type II striber. Type II striber er som regel kendetegnet ved en form for profilering opnået gennem enten et struktureret eller et mere tilfældigt mønster. Longdot er en typisk type II stribe med et struktureret mønster, mens det formentligt varierer lidt fra land til land, om longflex vil blive regnet med blandt type II striberne. I nogle lande regnes striber med tværgående profilering umiddelbart som en særlig kategori. Det omfatter fx ribber placeret oven i en plan stribe.

2. Erfaringer: plane vs. profilerede striber

Erfaringer med længdeafmærkning, primært i forhold til forskelle mellem plane og profilerede striber, beskrives nærmere i dette kapitel. Der ses primært på erfaringer i forhold til støj, synlighed, trafiksikkerhed og drift.

Som det nævnes i Vejreglernes håndbog, ”Generelt om afmærkning på kørebanelen”, er formålet med afmærkning at *lede* trafikken, at *advare* om farlige eller specielle geometriske forhold og at *regulere* trafikken (Vejregler, 2020a). Længdeafmærkning og kørebaneafmærkning i det hele taget har således en central funktion i forhold til trafikafviklingen, herunder trafiksikkerhed, men også hastighedsniveau og kapacitet. Synlighed af striber er afgørende for, at afmærkningen kan tjene sit formål, men særligt i mørke/vådt føre svækkes synligheden markant. Forskellige profilerede striber er udviklet for at øge synligheden, primært i mørke og vådt føre, men øget støj ved kørsel på linjerne kan være en negativ afledt effekt for vejens omgivelser. Både øget synlighed og rumlen/støj ved kørsel på striben kan tænkes at gavne trafiksikkerheden gennem bedre ledeevne og vækning af uopmærksomme trafikanter.

Særligt i forhold til erfaringer med profilerede striber af typen longdot, men også i forhold til drift af forskellige typer striber i Danmark, er der utilstrækkelige erfaringer afleveret. Der er derfor suppleret med relevante oplysninger fra to medarbejdere hos Vejdirektoratet, Jesper Stokholm og Michael Ruben Anker Larsen.

2.1 Synlighed

For at øge vejstribers synlighed har man længe benyttet glasperler i stribematerialet til at øge refleksionen. I mørke/vådt føre er det imidlertid sjældent nok til at sikre en god synlighed af striben. Derfor har man forsøgt sig med forskellige typer profilering, så dele af striben fortsat stikker over en vandfilm og kan reflektere lyset fra et køretøjs billygter. Det drejer sig hovedsageligt om forskellige typer af mønstre i udlægningen, hvor vandet kan løbe gennem mønsteret. Alternativt udlægges stribemateriale i ribber eller lignende oven på en plan stribe i en højde, så vandet kan løbe mellem ribberne.

Der er foretaget test af synlighed, støj og robusthed overfor snerydning for otte forskellige vejstriber i Danmark (Sørensen, 2018). De testede striber omfatter plane og profilerede striber (longflex), som oftest anvendes i Danmark, samt forskellige alternative mønstre, herunder version 1 af longdot (se Figur 2).

Plan 15 cm



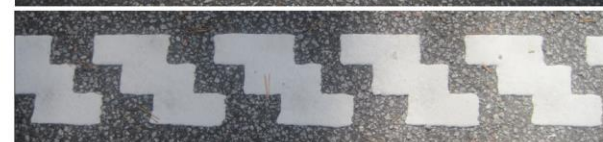
Plan 30 cm



Longflex 30 cm



Safelex 15 cm



Safelex 30 cm



Multidot 30 cm



Longdot 15 cm



Longdot 30 cm



Figur 2: Fotos af vejstriberne.

Figur 2: Striber testet ved Tirstrup Lufthavn i Danmark. De tre øverste er striber, der ofte anvendes i Danmark, mens de fem nederste udgør forskellige alternativer (Sørensen, 2018).

Alle striberne klarede umiddelbart de lystekniske krav ved målinger foretaget uden væsentlig slid på striberne (Sørensen, 2018). Longdot klarede sig umiddel-

bart bedre på tør vej end de plane striber og bedre på våd vej end longflex. Til de øvrige alternative profileringer kan det bemærkes, at multidot formentlig har de bedste lystekniske egenskaber særligt på våd vej, mens safeflex 15 cm er på niveau med longdot. Safeflex 30 blev udlagt med for store mellemrum, hvilket formentlig har betydning for markant ringere egenskaber end safeflex 15. Det skal bemærkes, at en version 2 af longdot udlægges i et rudemønster (Michael Ruben Anker Larsen), der må formodes i mindre grad at efterlade en synlig gennemgående stribe af belægningen i linjens længderetning, hvilket formentligt gavner sribens lystekniske egenskaber. Generelt synes erfaringen også at være, at det er kompliceret at foretage lystekniske målinger, og der er mange forhold, særligt i omgivelserne, som kan spille ind. Derfor er det også kun konklusionerne og ikke resultaterne af målingerne, der er gengivet her.

Sammenligning af målinger på striber på danske, svenske og norske statsveje viser generelt små forskelle i den samlede vurdering af sribernes synlighed til trods for variation i brug af sribetyper i de forskellige lande (NordFoU, 2019). Generelt var retrorefleksionen dårligere for striberne på de danske veje (alle vejtyper), men den relative synlighed af linjerne var umiddelbart nogenlunde den samme som i de to andre lande. Den væsentligste årsag er, at linjernes sribebereal også er af stor betydning i vurdering af den relative synlighed. Det er således ikke kun sribetype, sribemateriale og slitage, der har indflydelse på resultaterne, men også landenes standarder for sribebredde, afstand mellem striber og brug af punkteret/fuld optrukket linje. I vådt føre var de norske striber mest synlige, hvilket efter forfatterens vurdering hænger sammen med, at midt- og kantlinjer på det overordnede vejnet ofte placeres i nedfræsedede flade spor eller nedfræsedede sinusrumleriller.

2.2 Støj

Kørsel på profilerede striber udsender typisk mere støj til omgivelserne end kørsel på selve vejbelægningen, men sribemønsteret har stor indflydelse på omfanget af ekstra støj, der udsendes. Som for de lystekniske forhold er det ikke så ligetil at måle, og sammenligninger på tværs af undersøgelser er vanskelige, men der findes nogle undersøgelser, der har relevans.

På testområdet ved Tirstup Lufthavn er der også foretaget støjmålinger af de otte striber gengivet i Figur 2, side 10 (Sørensen, 2018). Målingerne viser, at kørsel på en bred udgave af den normalt anvendte profilerede stribe i Danmark, longflex, afgiver klart mest ekstra støj, svarende til ca. 9-10 dB(A) mere end plane striber. Kørsel på version 1 af Longdot udsender samme mængde støj som for kørsel på de plane striber. Multidot og safeflex afgiver mindre støj end longflex, men mere støj end plane striber/longdot (ca. 4 dB(A)). Særligt ved målingerne for multidot kunne der opstå toner i lydbilledet, der kan være generende for folk, der opholder sig i vejens nærhed. Denne tone opstår muligvis også i en vis grad ved version 2 af longdot, som ikke indgår i testen fra 2018 (Jesper Stokholm). Støjmålinger på version 2 af longdot viser dog stadig fine støjtekniske egenskaber, hvor støjen ved

kørsel på longdot striben kun forhøjes med 1 dB(A) i forhold til kørsel på plan stribe (Michael Ruben Anker Larsen).

van Gils og Reinink (2016) undersøgte støj fra forskellige typer hollandske striber (se eksempler i Figur 3), hvilke forhold der influerer støj fra striber, og hvordan gener fra støj, fx særlige toner, bedre kan måles/repræsenteres.



A2/A67 Eindhoven (thermo met gootjes)



A33 Appingedam (spetterplast)



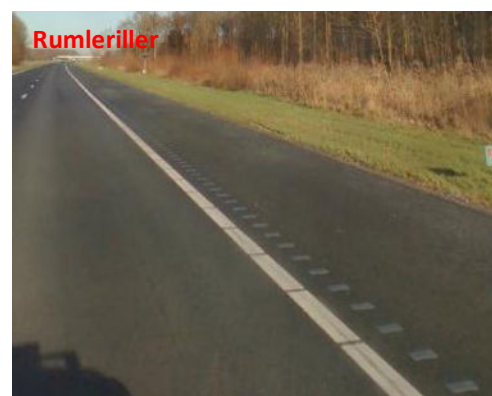
A33 Appingedam (multidot A)



A4 Steenbergen (multidot B)



N36 Rheezerveen (geprofileerde kantstrepen)



A6 Bant (rammelstrook)

Figur 3: Eksempler på striber testet af van Gils og Reinink (2016).

Målingerne foregik primært i Holland og tog udgangspunkt i kantlinjer udført i forskellige mønstre og sribematerialer. Blandt sribterne var både plane striber i forskellige materialer, striber i mønstre, profilerede striber samt rumleriller. van Gils og Reinink fandt, at såvel belægningstype som sribehøjde har betydning for støjmålingerne. Belægningstypen har for de fleste typer striber dog ikke betydning for sribens øvrige støjegenskaber bl.a. i forhold til udsendelse af generende toner. Flere af sribterne, primært forskellige typer af plane striber, bidrog umiddelbart ikke med øget støj i forhold til belægningen. Det syntes dog at gælde for nogle af de mønstrede striber (mønstre med store dotter), profilerede striber og i særdeleshed rumleriller. Særligt på den mest støjreducerende belægning ville disse sribetyper overskride en foreslået grænseværdi for øget støj på 5 db(A) som følge af kørsel på striber. van Gils og Reinink undersøgte også, hvor generende støjen fra sribterne var i forhold til lydens art. Det var i høj grad de samme striber, der genererede meget støj til omgivelser, som også genererede toner, der kan forventes at være generende for folk, der opholder sig i vejens nærhed. Hvis man ser bort fra rumlerillerne, synes sammenhængen umiddelbart at være lineær, hvilket kunne tyde på, at det vil være tilstrækkeligt at opstille et kriterium for, hvor meget ekstra støj kørsel på en srib må medføre.

Mens testene i van Gils og Reinink (2016) kun er foretaget ved 80 km/t, er testene i Sørensen (2018) foretaget ved både 50 km/t og 80 km/t, men det konkluderes i rapporten, at støjforøgelsen som følge af kørsel på de testede striber er nogenlunde den samme ved de to hastigheder. I en tysk test beskrevet af Gail og Bartolomaeus (2012) blev det dog vist, at støjforøgelsen i forhold til belægningen ved kørsel på 6 forskellige typer striber er stigende i takt med hastigheden. Dette er baseret på test ved 30 km/t, 50 km/t, 70 km/t, 100 km/t og 120 km/t. Stigningen er dog markant større for nogle sribetyper – i særdeleshed cirkulære dotter, mens dråbeformede dotter ikke viser samme kendetegn. Desuden fandt Gail og Bartolomaeus i lighed med andre studier, at kørsel på striber med cirkelformede dotter medfører toner i støjbilledet, som kan gøre støjen mere generende.

2.3 Trafiksikkerhed

I et litteraturstudie fra 2017 er erfaringerne fra tidligere evalueringer af etablering af profilerede striber samlet (Buch, 2017). Der er få ulykkesevalueringer af profileret længdeafmærkning, og inden for de sidste 20 år, synes der kun at være evalueringer fra Australien og New Zealand. Evalueringerne er tilmed typisk baseret på et spinkelt datagrundlag. Resultaterne fundet i forbindelse med litteraturstudiet fra 2017 peger i retning af en gunstig sikkerhedseffekt som følge af brug af profilerede striber – i særdeleshed ved brug af profileret kantlinje, men umiddelbart også ved tilføjelse af profilering til midtlinjer. Effekterne synes gunstige både for ulykker med person- og lastbiler. Evalueringerne er primært af profilering placeret ved siden af sribterne (som kamflex) eller ribber oven i en plan srib, typisk med

dimensioner for den profilerede afmærkning med højde på op til 1 cm, bredde på 15 cm og længde på 5 cm.

En nyere ulykkesevaluering af profilerede kantlinjer i USA udført af Lyon m.fl. (2018) er baseret på et mere solidt datagrundlag. Den profilerede kantlinje består af ribber placeret oven i en plan stribe. Undersøgelsen antydede ulykkesreduktioner som følge af etablering af profilerede striber i stedet for plane, men reduktionerne var små og ikke signifikante. Størst var ulykkesreduktionen på 9 % i mørke og vådt føre.

Det skal dog nævnes, at der generelt er store mangler i viden om sammenhæng mellem vejafmærkning og trafiksikkerhed målt på ulykker. Et nærliggende forhold som sammenhængen mellem afmærkningens stand og trafiksikkerhed er endnu dårligt afdækket i såvel Danmark som udlandet (Rambøll, 2018). Seneste to forsøg på en afdækning i Danmark har givet henholdsvis uklare resultater (Rambøll, 2018) eller er helt opgivet grundet utilstrækkelige data (Janstrup m.fl., 2019).

2.4 Drift og driftsomkostninger

En ting er, hvordan de nyanlagte striber fungerer i forhold til støj og synlighed, noget andet er, hvordan de bevarer deres synlighed samt deres generelle holdbarhed, når de har været udsat for vind/vejr, overkørsler og vintertjeneste.

Vejdirektoratet har en teststrækning på landevejen mellem Slagelse og Kalundborg, hvor sribers holdbarhed i forhold til overkørsler testes med henblik på certificering af striber. Version 1 af longdot har vist sig ikke at være tilstrækkelig holdbar i forhold til overkørsler (målt i P-klasser), hvor den ikke kunne klare kravene til den laveste P-klasse (Johansen og Fors, 2019). En version 2 af longdot striben, hvor dottene udlægges i et rudemønster og i et andet materiale, er netop ved at blive testet på teststrækningen (Michael Ruben Anker Larsen). Striben er udlagt i august 2019, og sribens holdbarhed og lystekniske egenskaber efter et år kan først afklares ved test i august 2020. Der er god tiltro til striben, men den **SKAL** bestå testen, før den vil blive taget i brug i større stil og indgå i Vejdirektoratets udbud.

Et element for slitage af striber i Danmark er skader fra sneplove. I undersøgelsen af otte forskellige striber i Danmark indgik derfor også vurdering af slitage som følge af kørsel med forskellige typer af sneplove, som benyttes på statsvejsnettet (Sørensen, 2018). Sneplovene efterlod skader på alle striberne, men reduktionen af synligheden afhang umiddelbart mere af type af sneplov end af sribetype. Skaderne på longdots synlighed var muligvis lidt større end på de øvrige. Det er værd at bemærke, at der er tale om version 1 af longdot, der ikke bestod holdbarhedstesten for overkørsler på Vejdirektoratets teststrækning på Vestsjælland.

I forhold til driften er de danske erfaringer, at der umiddelbart ikke er forskel på plane og profilerede stribers holdbarhed (Jesper Stokholm). Det bemærkes dog, at meget strenge vintre, hvor plove med stålskær tages i brug for at få bugt med sort is, kan være hårde ved striberne og i særdeleshed de profilerede striber. Hvis plovskæret af stål først kommer ned i mellemrummene i longflex striben og får fat, kan ploven rydde et længere stykke af en sådan kantlinje. Forventningerne til omkostningerne i forbindelse med longdot er generelt, at de bliver dyrere at etablere end de plane striber (Michael Ruben Anker Larsen), men egentlige driftserfaringer foreligger af gode grunde ikke endnu.

I Norge er der gode erfaringer i forhold til at udlægge linjer i nedfræsedede flade spor eller nedfræsedede sinusrumleriller for at beskytte linjerne mod slitage fra sne-rydning, men også pigdæk og snekæder (Skaar og Giæver, 2019). Beskyttelsen er til gavn for såvel plane som profilerede striber, og begge sribetyper får forlænget deres levetid og bevarer deres egenskaber for synlighed. Skaar og Giæver beskriver, at studier i Norge viser, at de økonomiske fordele i levetidsforlængelsen på striberne langt overstiger udgifterne i forbindelse med nedfræsningen. Det er imidlertid meget usikkert, om det samme vil være gældende i Danmark, hvor belastningen af striberne i vinterperioden er langt mindre voldsom.

2.5 Opsamling for relevante striber i dansk kontekst

Baseret på de forudgående afsnit gives her en kort opsamling på fordele og ulemper ved de mest relevante striber i en dansk kontekst, dvs. plane striber, longflex, multidot og longdot.

I Tabel 2 er de fire sribetyper på baggrund af erfaringsindsamlingen bedømt i forhold til synlighed i dagslys, synlighed i mørke/vådt føre, støj og trafiksikkerhed. Angivelser fra målinger er ikke medtaget i tabellen, da målingerne, udover mønster og sribemateriale, kan afhænge af en række faktorer. Synligheden af den enkelte stribe kan være påvirket af slitage, hvor godt glasperlerne er blevet fordelt, skidt og snavs, skygger, fugt, mv. Støj ved overkørsel kan for den enkelte stribe bl.a. afhænge af køretøj, hastighed og belægning.

Drift er ikke medtaget i tabellen, idet sribernes holdbarhed afgøres ved certificering, og der dermed gælder samme betingelser for sribetyperne afhængig af på hvilken vej og til hvilken type længdeafmærkning, de skal benyttes. Striberne er umiddelbart lige følsomme overfor vintervedligehold og sne-rydning, men longflex er formentlig lidt mere skrøbelig overfor ødelæggelse i tilfælde af, at vinter-tjenesten er nødt til at tage stålskær i brug på sneplovene under en streng vinter. Striber af typen longdot er endnu ikke blevet certificeret.

Type på stribe	Synlighed: Dagslys	Synlighed: Mørke/vådt føre ²	Støj	Trafiksikkerhed
Plan	Bedst	Kan ikke opfylde krav	Mindst støj	Ingen advarsel ved overskridelse og ringe synlighed i mørke/vådt føre
Longflex	Dårligere end plan, men kan opfylde krav	Dårligere end longdot, men kan opfylde krav	Mest støj	Bedst
Multidot	Lidt dårligere end plan	Bedst	Nogen støj og generende tone	Ringe advarsel ved overskridelse
Longdot ¹	Lidt dårligere end plan	Lidt dårligere end multidot	Lidt mere støjende end plan	Ringe advarsel ved overskridelse

Tabel 2: Opsamling og bedømmelse af egenskaber ved fire sribetyper på en skala fra mørkegrøn til rød, hvor striben med mørkegrøn har de bedste egenskaber, og de øvrige striber tildeles en farve ud fra en vurdering af, hvor meget dårligere de er. Note: 1) Longdot er endnu ikke godkendt, da den mangler at bestå holdbarhedstest, 2) krav til synlighed i mørke/vådt føre stilles typisk kun til hvide kantlinjer på strækninger uden belysning på det overordnede vejnet.

Supplering med rumleriller vil ikke kunne afhjælpe problemer med de lystekniske egenskaber, men kan højne trafiksikkerheden ved at give en kraftig advarsel til trafikanter, der er ved at forlade et kørespor. Kørsel på nogle typer af rumleriller medfører kraftig støj til omgivelserne, mens støjen til omgivelser som følge af kørsel på sinusrumleriller er mindre end ved kørsel på longflex.

3. Danske krav og anbefalinger

I det følgende beskrives krav og anbefalinger i forhold til brug af plane og profilerede striber i forbindelse med længdeafmærkningen i Danmark. Der tages udgangspunkt i de krav og anbefalinger, der nævnes i afmærkningsbekendtgørelsen og i forbindelse med vejreglerne. Til sidst nævnes forhold fra den generelle praksis, og der gives nogle fotoeksempler. Praksis er primært beskrevet ud fra oplysninger fra Jesper Stokholm i Vejdirektoratet.

Det bemærkes, at der i de danske vejregler udelukkende benyttes betegnelsen ”profileret” og ikke type II, som anvendes flere steder i udlandet eller i forbindelse med undersøgelser af striber. Specifikke sribetyper for profilerede striber som longflex nævnes heller ikke, selvom det fx ved illustration af opmåling af lystekniske egenskaber er tydeligt, at det nok primært er longflex, der er fokus på.

3.1 Danske krav til plan og profileret længdeafmærkning

Afmærkningsbekendtgørelserne, BEK 1632 (2017) og BEK 1633 (2017), skelner ikke mellem plan eller profileret kørebaneafmærkning. Nedenstående del af bekendtgørelsen må dog alt andet lige primært være tiltænkt profilerede striber.

”Spærrelinjer, varslingslinjer eller kantlinjer mod midterheller eller -arealer, må ikke udføres på en sådan måde, at striben set på tværs af kørselsretningen kan opfattes som en punkteret linje” (BEK 1633, §162, stk. 4).

Derudover er der nogle krav, som fremgår af AAB for kørebaneafmærkning (Vejregler, 2018a), der er rettet mod henholdsvis profileret og plan kørebaneafmærkning:

Krav til profileret kørebaneafmærkning

De særlige krav til profilerede striber omhandler primært synlighed, men også afvanding:

- Profileret kørebaneafmærkning skal set fra en personbil på 50 m afstand fremstå visuelt som plan kørebaneafmærkning. For profileret kørebaneafmærkning er der desuden fastsat krav til retroreflekteret luminans i våd tilstand, mens der ikke er krav til plan kørebaneafmærkning. Både for profilerede udgaver af hvid kørebaneafmærkning og midlertidig gul kørebaneafmærkning skal koefficienten for retroreflekteret luminans være ≥ 35 , dvs. tilhøre klasse RW2. I tør tilstand skal plane og profilerede linjer opfylde samme krav til luminans.

- Yderligere skal profileret kørebaneafmærkning udføres med en overfladestruktur, som sikrer, at regnvand kan ledes bort fra belægningsoverfladen.

Krav til plan kørebaneafmærkning

De særlige krav til plane striber omhandler kun afvanding. Mens de er relativt specifikke for kant- og spærrelinjer, er de noget mere diffuse for begrænsningslinjer i spærreflader:

- Plane kantlinjer med en sribehøjde på mere end 1 mm skal udføres med afløbskanaler på tværs af kantlinjen. Afløbskanaler udføres som 0,05 m brede ophold i afmærkningen pr. 5 m. Det samme gælder spærrelinjer på veje med ensidigt fald. Begrænsningslinjen af spærreflader udføres med afløbskanaler eller anden ophold i afmærkningen i nødvendigt omfang.

Kravene betyder i realiteten, at der kun kan anvendes profilerede striber, hvis der er opstillet krav til linjernes synlighed i våd tilstand.

3.2 Vejreglernes anbefalinger og vejledninger for stribevalg

Anbefalinger til og vejledninger i valg af enten profilerede eller plane striber er meget lidt konkrete i de danske vejregler og efterlader en del forhold til fortolkning hos de ansvarlige for valg af afmærkning. Samtidig er vejledningen/anbefalingen spredt noget over forskellige afsnit, men dog primært i vejregelhåndbogen, "Generelt om afmærkning på kørebanen" (Vejregler, 2020a), og udbudsforskriften, "Kørebaneafmærkning – Vejledning" (Vejregler, 2018b).

Definitionen af henholdsvis plan og profileret kørebaneafmærkning er i udbudsforskriften for kørebaneafmærkning (Vejregler, 2018b) beskrevet som følger:

Plan kørebaneafmærkning:

"Kørebaneafmærkning uden særlig overfladestruktur. Plan afmærkning fremstår som en ubrudt, jævn, farvemarkering."

Profileret kørebaneafmærkning:

"Kørebaneafmærkning med en særlig overfladestruktur. Overfladestrukturen udføres fx som mønster, profil eller tilfældig tekstur. Profileret afmærkning tillader, at regnvandet bortdrænes fra afmærkningen, og at der opretholdes nogen retrorefleksion i våd tilstand. Profileret afmærkning kan frembringe lyd og vibration ved hjulpassage."

Af håndbogen om generelle forhold i relation til kørebaneafmærkning (Vejregler, 2020a) angives, at profileret kørebaneafmærkning normalt kun udføres med lang holdbarhed, mens plan afmærkning kan udføres enten med kort eller lang holdbarhed. Profileret kørebaneafmærkning udføres normalt udelukkende med refleksperler, plan afmærkning enten med eller uden refleksperler. Håndbogen angir

ver også, at der kan udlægges sribemateriale i mellemrummene i den profilerede afmærkning for at forhindre, at en profileret linje kan forveksles med en punkteret linje.

Vejledning til valg mellem profileret eller plan stribe

Hvornår profilerede striber bør vælges frem for plane striber, er noget mere svævende. Ifølge vejregelhåndbogen om de generelle forhold ved afmærkning på kørebanen (Vejregler, 2020a) kan profileret afmærkning give en bedre synlighed i regnvejr, særligt i lyset fra billygter. Det anføres dog også, at de normalt fører til ringere synlighed i modlys (ved dagslys), og de vurderes derfor uegnet til adskillelse af to modsatrettede vognbaner. Vejregelhåndbogen om længdeafmærkning (Vejregler, 2020b) angiver, at midtlinje kun bør udføres som profilerede striber, hvis den profilerede midtlinje er tilstrækkelig synlig i modlys, og hvis profilmønstret i striben sikrer, at linjen fremtræder sammenhængende.

Endvidere angives i vejregelhåndbogen om generelle forhold ved afmærkning på kørebanen (Vejregler, 2020a), at profileret afmærkning, der ledsages af akustisk støj, kan anvendes til kantlinjer, spærreflader og til gul vejafmærkning (til midlertidig regulering eller for standsning og parkering). Det angives, at i disse tilfælde er den akustiske støj til fordel for motorkøretøjets fører. Al øvrig afmærkning samt kantlinjer på strækninger, hvor der er beboelse i vejens nærhed, udføres med plan afmærkning eller profileret afmærkning, der ikke ledsages af akustisk støj.

Udbudsforskriften med vejledning for kørebaneafmærkning (Vejregler, 2018b) giver en lidt klarere vejledning:

”Kørebaneafmærkning udføres som udgangspunkt som plan afmærkning.

Uden for bymæssig bebyggelse og støjfølsomme områder – typisk mere end 150 meter fra bebyggelse og støjfølsomme områder – kan kantlinjer udføres som profileret afmærkning.”

En opsummering af vejreglernes anbefalinger må således være, at profileret afmærkning primært må benyttes til kantlinjer og begrænsningslinjer ved spærreflader. De må primært anvendes i landzone, og i hvert fald ikke tæt på beboelse. Under disse omstændigheder foretrækkes profilerede striber til gengæld også, specielt pga. stribens synlighed i mørke og vådt føre til gavn for afvikling og sikkerhed, men også pga. stribens øvrige sikkerhedsmæssige kvaliteter.

3.3 Udførelse af striber i praksis

Et eksempel på en fortolkning af, hvornår der skal anvendes en plan stribe til kantlinjen, er ”SBB for entreprise H316.03.20 på strækningen Sønderborg-Fynshav” (Vejdirektoratet, 2014):

”Kantlinjer ud for naboejendomme, der ligger indenfor en afstand af 100 m, skal udføres plane. Den plane stribes udstrækning skal være 150 m til hver side af ejendommen. Endeligt omfang aftales med tilsynet.”

Nuværende praksis ved valg mellem plane og profilerede striber på statsvejnettet er blevet undersøgt ved kontakt til en af de ansvarlige for udførelse af afmærkning hos Vejdirektoratet, Jesper Stokholm.

I forhold til kantlinjer på veje i åbent land, er det i princippet udgangspunktet, at kantlinjer udføres profilerede, dvs. med longflex, mens det er undtagelsen, når de udføres plane.

I forhold til genopfriskning af afmærkning overvejes brugen af plane og profilerede striber sjældent, idet princippet er, at den nye afmærkning udføres tilsvarende den gamle.

I tilfælde, hvor brugen af plane og profilerede striber tages op til overvejelse, fx på ombygget/nyanlagt vej, er det afstand til beboelse, der typisk er afgørende for, at den profilerede kantlinje erstattes af en plan. Hvis der er boliger ud til vejen, udføres kantlinjen plan i en afstand af 150 m til beboelse. Udbudsforskriften med vejledning til kørebaneafmærkning (Vejregler, 2018b) fortolkes dog ikke således, at kantlinjerne udføres plane ud for enhver beboelse, der måtte befinde sig indenfor en radius på 150 m fra kantlinjen. Begrundelsen er, at i givet fald vil det omfatte en meget stor andel af statsvejnettet, og det vil være u hensigtsmæssigt fra et sikkerhedsperspektiv.

Der er dog tilfælde, hvor en omfattende grad af nabohenvendelser har ført til, at den profilerede stribe er blevet fravalgt. Det er i særdeleshed lastbilers kørsel på striben, fx gennem en kurve, der kan skabe irritation.

På motorveje er det den højre kantlinje, der er i fokus, idet det er denne, lastbiler typisk vil køre på. I en kurve på M20 øst for Korsør førte naboklager til, at profilerede striber blev fravalgt efter etablering af ny belægning. Her blev det imidlertid valgt at supplere den plane kantlinje med en sinusrumlerille i kantbanen for på den måde at bevare advarslen til trafikanter, der er på vej til at forlade kørebanen. Sinusrumleriller udsender mindre støj til omgivelserne end profilerede striber, men giver stadig rystelser i køretøjet.

Andre sribemønstre bruges stort set ikke, til trods for at der er stor fokus på og mange klager over afmærkningens manglende synlighed i mørke og vådt føre. Multidot, der blev udviklet med henblik på delelinjer, og som er striben med de bedste lystekniske egenskaber, benyttes ikke. Den primære årsag er den generende tone, som udsendes ved overkørsler. Dvs. at den heller ikke er tilvalgt på strækninger med langt til beboelse som på den 6-sporede del af M40 på Vestfyn, hvor mere synlige delelinjer ville kunne gøre en forskel for vognbanernes synlighed.

Det er særligt de midterste spor på 6- og 8-sporede motorveje, der kan være svære at se i mørke og vådt føre.

Til gengæld er der netop nu forsøg med version 2 af Longdot som delelinje på to 6-sporede motorveje, M60 syd for Vejle og M40 ved Fredericia. Striberne har dog ligget der i så kort tid, at erfaringerne endnu er begrænsede. Udbredelse i større stil afventer, at en longdot stribe kan godkendes.

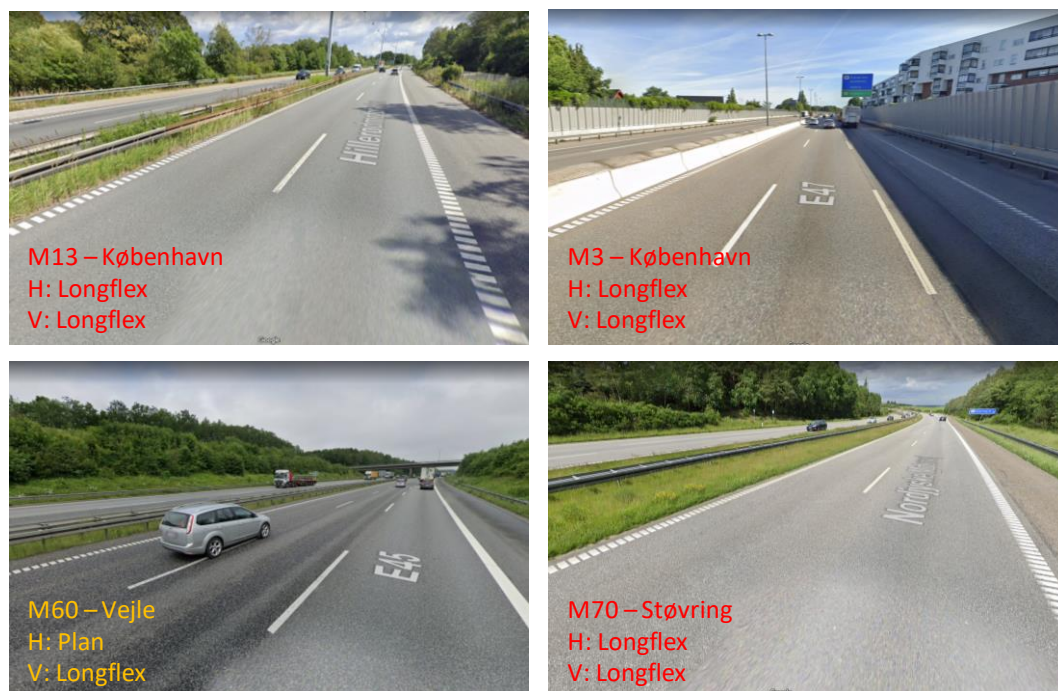
Derudover arbejdes med udvikling af nye kantlinjer, der kombinerer de profilerede stribers egenskaber. Materiellet til udlægning af striber gør det muligt at lave en bred kantlinje bestående af 15 cm longflex og 15 cm longdot (evt. multidot). Herved vil kantlinjen få de gunstige lystekniske egenskaber fra longdot, men bevare longflex's egenskaber til at vække en trafikant, der er på vej til at forlade kørebanen. Denne kantlinje er tiltænkt strækninger, hvor der traditionelt udføres en bred kantlinje i longflex, men afventer også en godkendelse af longdot striben, før det vil være realistisk at teste den på vejnettet.

3.4 Fotoeksempler

Den danske praksis er også illustreret ved hjælp af Google Street View for at illustrere, hvordan der rent faktisk ser ud på vejene.

For motorvejsstrækninger er der eksempler fra bynære motorveje i Figur 4 og strækninger længere fra beboelse i Figur 5. På de bynære strækninger, er der 100-150 m til beboelse i byområde. På eksemplerne fra strækninger gennem åbent land er der flere hundrede meter til nærmeste beboelse og minimum 0,5 km til byområde.

I store træk bruges næsten udelukkende plane striber til delelinjer, mens kantlinjerne næsten altid er profilerede. Longflex er den mest forekommende profilerede stribe, men der er også eksempler på brug af multidot i kantlinjen. Nogle enkelte steder er kantlinjen – oftest den højre – plan i stedet for profileret, men som det fornemmes ud fra den beskrevne praksis, ser det ikke ud til at være besluttet ud fra en systematik hverken i forhold til afstand til beboelse/byområde, vejens kurvatur eller trafik. Der er desuden et eksempel, hvor de profilerede kantlinjer er suppleret med en rumlerille i kanten af vognbanen.



Figur 4: Eksempler i Danmark på længdeafmærkning på motorvej <100 m fra by/beboelse, undtagen eksempel nederst til højre, hvor der er ca. 150 m. Vejbelysning på de øverste to eksempler (Google Street View).



Figur 5: Eksempler i Danmark på længdeafmærkning på motorvej >1 km til by og flere hundrede meter til nærmeste beboelse, undtagen nederst til højre, hvor der er >500 m til by, (Google Street View).

4. Plane vs. profilerede striber i nabolande

Krav, anbefalinger og så vidt muligt praksis for brug af plan og profileret længdeafmærkning i vores nabolande er beskrevet i det følgende. Der er beskrivelser for Sverige, Storbritannien, Holland og Norge. Som supplement er Google Street View benyttet til at undersøge og vise eksempler på, hvordan længdeafmærkningen rent faktisk ser ud på motorveje i de enkelte lande.

4.1 Sverige

De svenske vejregler, VGU, er opdelt i ”Krav” (Trafikverket, 2020a) og ”Råd” (Trafikverket, 2020b). Rådene kan betragtes som anbefalinger, mens kravene er bindende. VGU fokuserer i langt højere grad på rumleriller og brugen af disse, frem for valg mellem plane og profilerede striber. Da nogle af principperne for brug af rumleriller kan være interessante i forhold til brug af profilerede striber, er nogle af kravene og anbefalingerne til brug af rumleriller kort beskrevet i det følgende.

4.1.1 Profilerede/plane striber

Brug af profilerede og plane striber fremgår på det nærmeste ikke af VGU, og det er derfor meget beskedent, hvad der kan siges om brugen. I åbent land med en ÅDT >1.000 skal kantlinjer dog være synlige i vådt føre. Ifølge korrespondancen med den svenske kontaktperson betyder dette i praksis, at kantlinjerne skal være profilerede.

Motorvej

Ifølge den svenske kontaktperson benyttes profilerede kantlinjer i tråd med ovenstående.

Veje med midteradskillelse

Ved en kantbane på over 1,0 m anbefales det eksplicit, at der benyttes en fuld optrukket profileret kantlinje.

2-sporede veje

Veje med hastighedsbegrænsning på 80 km/t eller højere skal have midtlinje. Ved nybyggede eller eksisterende veje med tilstrækkelig bredde (mindst 6,5 m, helst mindst 7 m) og ÅDT >1.500 bør midtlinjen ”rifles”. Det er uklart i denne sammenhæng, om der menes profilering af midtlinjen eller etablering af rumleriller under midtlinje, men det formodes, at der menes rumleriller.

Kantlinjer på 2-sporede veje er som regel punkterede. Der benyttes kun fuld optrukne kantlinjer, hvis man ikke ønsker køretøjer uden for kørespor. Det formodes at være parkering, der hentydes til.

4.1.2 Rumleriller

VGU indeholder nogle krav og råd i forhold til brug af rumleriller.

Generelt

Fræsede rumleriller må ikke etableres tættere end 150 m på bolig og ikke på broer eller i tunneller.

Motorvej

Rumleriller skal etableres i vejkant og mod midt ved nyanlæg, men ikke på broer og i tunneller. Undtagelse kan dog gøres, hvis det giver anledning til for meget støj. Eksisterende motorveje skal forsynes med fræsede rumleriller (ikke sinusrumleriller) i kantbane (0,5 m fra højre kantlinje) og i indre kantbane, hvis den er bred nok.

Hvis det maksimale støjniveau overskrides ved etablering af rumleriller, anbefales det, at fordelingen ved rumlerillen vejes op mod omfang af støjoverskridelse og omkostning til støjforanstaltninger.

Veje med midteradskillelse

Sinusrumleriller skal placeres i vejkant, men ikke mod midt.

2-sporede veje

Køresporsbredden skal være $\geq 3,25$ m for rumleriller i vejmidte. Ved hastighedsgrænser på 80/100 km/t skal der være rumleriller i midten ved vejbredder $\geq 7,0$ m. Der anvendes fræsede rumleriller, mens sinusrumleriller kun anvendes som en undtagelse.

Rumleriller i vejkant anvendes kun som en undtagelse og udføres som sinusrumleriller. De anbefales ved hastighedsgrænse på mindst 70 km/t, separat gang- og cykeltrafik samt kantbane på mindst 0,5 m. Ved hastighedsgrænse på ≥ 60 km/t bør der være rumleriller i midten.

4.1.3 Svenske fotoeksempler

Fra svensk kontaktperson er der fremsendt eksempler på afmærkning med profile-rede striber i Sverige. I Figur 6 ses motorveje/veje uden midteradskillelse, mens Figur 7 viser eksempler fra 2-sporede veje.

Eksemplerne fra motorveje/veje med midteradskillelse omfatter en profileret stribe, trappflex, der er i stil med typen safeflex (se evt. Figur 2, s. 10), og en plan kantlinje profileret med ribber i kombination med rumleriller (Figur 6).



Figur 6: Øverst: kantlinjer med trappflex på motorveje, udføres også på veje uden midteradskillelse. Nederst: plan stribe profileret med ribber – af det venstre billede synes det at være i kombination med fræsede rumleriller. Bredden indikerer, at det er motorvej eller vej med midteradskillelse (billeder tilsendt fra Sverige).

Eksemplerne fra 2-sporede veje omfatter kantlinje i dråbemønster eller plan med profilering i trappflex samt en plan midtlinje med profilering i dråbemønster placeret i fræsede rumleriller (Figur 7).



Figur 7: Eksempler på profilerede linjer på 2-sporede veje. Øvers: dråbemønster i kantlinje, nederst venstre: plan kantlinje med profilering i trappflex, nederst højre: midtlinje placeret i fræsede rumleriller – plan stribe med profilering i dråbemønster.

Ved hjælp af Google Street View er afmærkningen undersøgt på forskellige lokaliteter for at få et indblik i, hvad det rent faktisk er for en afmærkning, der er anvendt på de svenske motorveje. I Figur 8 ses eksempler med under 150 m til bymæssig bebyggelse, mens der i Figur 9 ses eksempler i åbent land med flere hundrede meter til nærmeste beboelse og mere end 1 km til nærmeste by. Fælles for alle eksempler er, at den højre kantlinje er profileret eller placeret i rumleriller, og delelinjerne er plane. Den venstre kantlinje er i de fleste tilfælde profileret, men i nogle tilfælde er den plan. Der anvendes rumleriller i højre side i varierende afstand fra kantlinje (ca. 0-0,6 m fra kantlinjens venstre side), på egentlige bymotorveje er rumleriller dog udeladt.

De profilerede kantlinjer er oftest trappflex, men også kamflex anvendes umiddelbart en del. Der er ét eksempel med longflex, mens der ikke er fundet andre eksempler på mønstre i profilerede striber. Trappflex synes at være den klart foretrukne sribetype til højre kantlinje, mens venstre kantlinje varierer mere, men oftest trappflex eller kamflex. Nogle steder (særligt venstre kantlinje) kan det være svært at vurdere, om der er tale om en plan stribe, der er lagt oven i en nedslidt profileret stribe, eller der er udført profilering oven i en plan stribe.

Profilerede striber synes således at blive brugt konsekvent til højre kantlinje på motorveje, uanset afstand til beboelse. Til venstre kantlinje er der umiddelbart lidt mindre konsekvens i brugen, og plane striber forekommer i nogle af eksemplerne. Bredden af indre kantbane mod midteradskillelse kan være en del af forklaringen på fravalget af profileret stribe på nogle steder.



Figur 8: Svenske eksempler på længdeafmærkning på motorvej. <150 m fra by på de øverste to eksempler. <100 m til boliger samt vejbelysning på de nederste fire eksempler (Google Street View).



Figur 9: Eksempler i Sverige på længdeafmærkning på motorvej >1 km til by og flere hundrede meter til nærmeste beboelse (Google Street View).

4.2 Storbritannien

Regler for længdeafmærkning anvendt i Storbritannien fremgår af deres afmærkningsmanuals kapitel 5 om vejafmærkning (Department for Transport, 2018). Profilering indgår i høj grad med henblik på synliggørelse af linjeføringen.

Det er værd at bemærke, at der bruges færdselssøm i meget stort omfang på de overordnede veje til understøttelse af længdeafmærkningens synlighed. Der benyttes forskellige farver i færdselssømmenes reflekser afhængig af vejudformningen.

4.2.1 Profilerede/plane striber

Det er velbeskrevet, hvordan den ”normale” profilering udføres, og hvilken længdeafmærkning den kan anvendes til. Det er til gengæld ringe beskrevet, hvornår profilering skal eller bør fravælges. Betingelser for erstatning af profilerede striber med plane nævnes i forbindelse med motorcyklisteres sikkerhed og komfort/sikkerhed for fodgængere og cyklister. Støjhensyn nævnes ikke, ligesom undtagelser af hensyn til drift heller ikke beskrives. Et alternativ til den ”normale” profilering nævnes, men rammerne for brug af den alternative stribe er vide, og der nævnes hverken retningslinjer for eller begrænsninger i brugen.

Profilering må tilføjes til kantlinjer, se Figur 10. Desuden må de tilføjes begrænsningslinjer på spærreflader ved sporbortfald (bortfald af det ”hurtige” spor), ved afslutning af nødspor, mellem ramper og overordnet vej samt mellem de to vejgrene i forgreninger og sammenløb. Profilering må ikke tilføjes andre linjer, varslingslinjer nævnes specifikt.

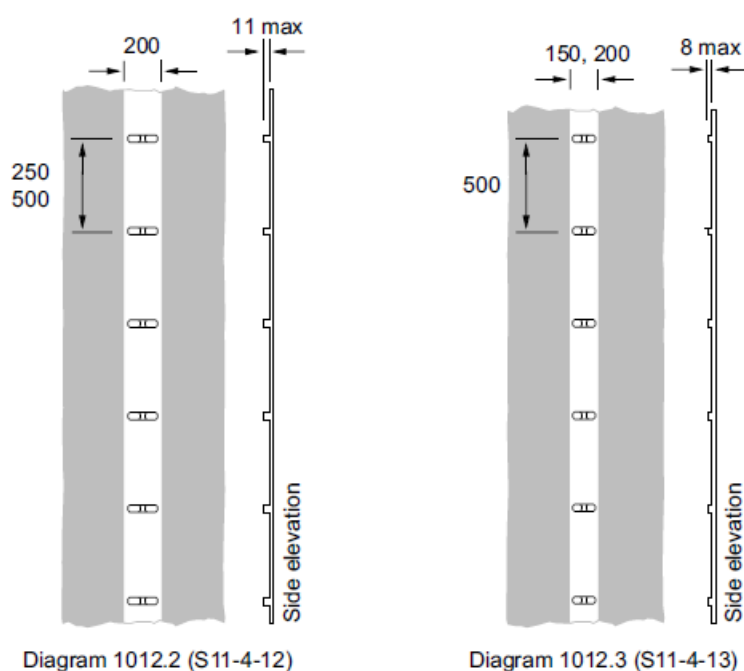


Figure 2-7 Raised profile edge lines

Figur 10: Profilerede kantlinjer, som de anbefales i Storbritannien. Til venstre: versionen anvendt på motorvej. Til højre: versionen anvendt på øvrige veje (Department for Transport, 2018).

Der er tale om en profilering, hvor ribber (forhøjninger) placeres på en plan stribe. For kantlinjer nævnes det specifikt, at den gennemgående stribe ikke må være mere end 6 mm høj. Dette gælder formentlig også de andre typer af linjer. Forhøjningen stikker over en evt. vandfilm og afgiver støj ved overkørsel.

Alle linjer må udlægges i et mønster for at øge synligheden, såfremt striben ikke er mere end 6 mm tyk. En nærmere beskrivelse af et sådant mønster eller forskrifter for, hvornår den kan/ikke kan bruges, fremgår ikke.

Motorvej

Ribberne placeres med en afstand på 25 cm eller 50 cm, højden er maksimalt 11 mm (se evt. Figur 10). Indbyrdes afstand på 25 cm anbefales omkring ramper, hvor trafikanternes hastighed typisk er lavere. En punkteret kantlinje i forbindelse med en nødlomme kan også tilføjes profilering med indbyrdes afstand mellem forhøjningerne på 25 cm (dog kun på striberne).

På ”smart motorways”, formentlig hvor nødspor anvendes til kørsel i myldretiden, benyttes profilering ikke i kantlinjen mellem nødspor og øvrig kørebane. I disse tilfælde kan en lidt smallere kantlinje med profilering benyttes på ydersiden af nødsporet.

Øvrige veje

Profilering kan benyttes på andre veje end motorveje, hvis vejen har kantbane eller nødspor. Ribberne etableres med en indbyrdes afstand på 50 cm, og der anvendes en ribbehøjde på maksimalt 8 mm (se evt. Figur 10). Den kortere indbyrdes afstand, som anvendes på motorveje, anvendes ikke på øvrige veje, da det kan være til fare for cyklister. Ribbehøjden på 8 mm anvendes frem for 11 mm, da en højde på 11 mm vurderes at påvirke fodgængere og cyklister i uacceptabel grad.

Profileringen skal afbrydes, hvor cyklister (evt. også fodgængere) kan forventes at krydse vejen. I stedet anvendes en plan stribe. Profileringen afbrydes også 10 m før og efter de elementer i kantbaner, fx afløb, som cyklister forventes at ville krydse kantlinjen for at komme rundt om. Profileringen kan også afbrydes på steder af hensyn til motorcyklisteres sikkerhed. Det gælder, hvor der kan være bekymring for, at motorcyklister vil skære over kantlinjen, fx i kurver med radius under 1.000 m på veje med nødspor eller bred kantbane. På disse steder kan udlægning af striben i et mønster overvejes for at opretholde en del af den visuelle effekt.

4.2.2 Britiske fotoeksempler

Afmærkningen på forskellige motorveje i Storbritannien (den engelske del) er undersøgt ved hjælp af Google Street View. I Figur 11 ses eksempler med under 150 m til bymæssig bebyggelse, mens der i Figur 12 ses eksempler i åbent land med flere hundrede meter til nærmeste beboelse og minimum ca. 1 km til nærmeste by. Fælles for alle eksempler er, at der stort set bruges samme princip for længdeafmærkning. Kantlinjerne til højre og venstre er profilerede, delelinjerne er plane, og der bruges færdselssøm både i dele- og kantlinjer. Der er kun vejbelysning i forbindelse med ét af eksemplerne.

De profilerede kantlinjer er alle udført som plane striber med en profilering i form af tværgående ribber, formentlig i tråd med princippet på skitsen i Figur 10. I ét tilfælde anvendes nødsporet til afvikling af trafik, og her er der tilføjet en kantlinje med profilering på ydersiden af nødsporet. Den ”normale” kantlinje mellem nødspor og øvrige spor har i dette eksempel en ”mildere” profilering bestående af en plan stribe tilføjet et mønster med dotter.



Figur 11: Eksempler i Storbritannien (venstrekørsel) på længdeafmærkning på motorvej <100 m fra by, undtagen eksemplet nederst til højre med 100-150 m fra by. På eksemplet øverst til højre er der vejbelysning og mulighed for kørsel i nødspor (Google Street View).



Figur 12: Eksempler i Storbritannien (venstrekørsel) på længdeafmærkning på motorvej ≥ 1 km fra by og flere hundrede meter til nærmeste beboelse (Google Street View).

4.3 Holland

Regler for længdeafmærkning i Holland fremgår af deres retningslinjer for afmærkning på vejen (CROW, 2015). I forhold til retningslinjerne er sribernes synlighed mest i fokus, men andre dokumenter tyder på, at støj er afgørende for brugen.

Færdselssøm med lys angives som en mulighed for synliggørelse af vejforløbet, men motorveje er mindre egnede til disse med undtagelse af skarpe kurver, ved til- og frakørsler og korte forbindelsesramper.

4.3.1 Profilerede/plane striber

Tre typer striber angives i de hollandske vejregler: Type I, type II og profilerede striber.

Type I striber er de mest almindelige, bruges næsten overalt og må formodes at være plane striber. Der angives 5 forskellige materialetyper for type I striber med forskellig holdbarhed, synlighed og miljøpåvirkning.

Type II striber har en bedre synlighed i mørke og i vådt føre. De kan etableres som 100 % optegnet eller i et mønster (70 % eller 50 % optegnet i forhold til en plan stribe). Type II striber bruges primært til længdeafmærkning og er mindre velegnet til andre typer af afmærkning. Type II striber (vist kun den, der er 100 % optegnet) har en lagtykkelse på 0-5 mm og en levetid på 3-7 år. Sammenlignet med egenskaber for de angivne type I striber vurderes denne at ligge i den bedre ende i forhold til synlighed og holdbarhed, og den er bedste løsning i mørke og vådt føre.

Profilerede striber anvendes til at give en advarsel om overskridelse af linjen ved hjælp af blokke, ribber eller andre mønstre. Det skal bemærkes, at det ikke er særlig klart ud fra CROW (2015), hvornår der er tale om en type II stribe, og hvornår mønstret er så kraftigt, at det regnes som en profileret stribe. Profileret anvendes hovedsageligt i kantlinjer i skarpe kurver, ved overgange mellem forskellige vejforløb/tværprofiler og på lige strækninger for at undgå frontalkollisioner og på steder, hvor der ikke er plads til nødspor/kantbane (muligvis bred kantbane), samt ved pullerter omkring cykelfaciliteter. Profilerede striber anvendes stort set kun uden for by, men dog også i bymæssig bebyggelse ved pullerter omkring cykelfaciliteter.

Type II striber anvendes formentligt primært som et alternativ til profilerede striber for at undgå støj (van der Aa m.fl., 2016). Det lader dog til, at der i høj grad stadig pågår undersøgelser af holdbarhed mv. i forhold til forskellige mønstre til type II striber, hvor man har en forhåbning om, at de måske kan være mere resi-

stente over for skader som følge af fx nattefrost og saltning sammenlignet med plane striber.

Af van Gils og Reinink (2016) fremgår det, at undersøgelser af sammenhænge mellem støj og sribetype, og hvordan sribers støjbidrag i det hele taget kan måles, stadig pågår. van Gils og Reinink nævner desuden en mere end 20 år gammel, men sandsynligvis stadig gældende, retningslinje i Holland i forhold til støj. Den angiver, at inden for en afstand af 1.000 m fra boliger må der ikke benyttes striber, som ved overkørsel medfører en øget støj på 6 db(A) i forhold til kørsel på vejens belægning.

4.3.2 Hollandske fotoeksempler

De mønstrede type II striber, hvor hele striben ikke optegnes, udføres tilsyneladende ud fra to forskellige metoder: et uskarpt og mere tilfældigt mønster ("Spectermarkering") og et struktureret dot mønster (se Figur 13).



Figur 13: Eksempler på type II afmærkninger med det tilfældige mønster til venstre og det strukturerede dot mønster til højre (van der Aa m.fl., 2016).

Ved hjælp af Google Street View er afmærkningen undersøgt på forskellige lokaliteter på det hollandske motorvejsnet. I Figur 14 ses eksempler med under 100 m til bymæssig bebyggelse. I Figur 15 ses eksempler i åbent land med flere hundrede meters afstand til nærmeste by og mindst et par hundrede meter til nærmeste beboelse.

Fælles for alle eksempler er, at længdeafmærkningen udelukkende synes at være plan. Det er dog muligt, at der i hvert fald nogle steder er anvendt en eller anden form for type II afmærkning, som ikke efterlader sorte mellemrum eller en synlig profilering oveni selve striben. I særdeleshed striberne på strækninger i åbent land synes at have en ru overflade, som muligvis har en øget synlighed. Der er fundet eksempler på profileret afmærkning på baggrund af van Gils og Reinink (2016), men det synes at være forsøgsstrækninger og ikke almindelig praksis. Bemærk, at selv i åbent land er mange hollandske motorvejsstrækninger belyste. I byområder anvendes konsekvent støjskærme eller støjvolde mod bebyggede områder.



Figur 14: Eksempler i Holland på længdeafmærkning på motorvej <100 m fra by/beboelse. Alle med vejbelysning (Google Street View).

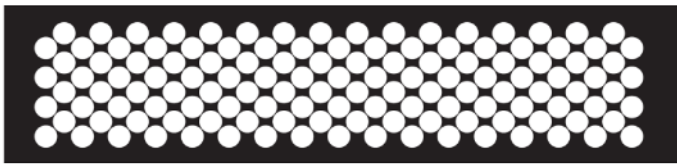


Figur 15: Eksempler på længdeafmærkning på motorvej >1 km fra by og flere hundrede meter til nærmeste beboelse i Holland. På eksemplet øverst til højre er der kun ca. 200 m til beboelse, og på eksemplet nederst til højre er der kun ca. 500 m fra by. Der er ikke vejbelysning på de to øverste eksempler (Google Street View).

4.4 Norge

Krav til længdeafmærkning er samlet i de norske vejreglers bind N302 (2015), mens nogle retningslinjer fremgår af vejreglernes bind R310 (2014). Statens Vegvesen har samlet krav og retningslinjer i en lærebog om vejafmærkning (Skaar og Giæver, 2019), som uddyber krav og retningslinjer med nogle forklaringer og historik og giver et bedre indblik i årsager til den angivne praksis.

I Norge er der fokus på, at vejafmærkning skal være tilstrækkelig synlig både i dagslys og mørke og have tilstrækkelig friktion (Skaar og Giæver, 2019). Af hensyn til sikkerheden er der også et voksende ønske om afmærkning, der giver støj og vibration i køretøjet ved kørsel på striben. Derudover er der fokus på holdbarhed og vedligehold, hvor der i Norge er en særlig udfordring med slitage som følge af kørsel med pigdæk og snekæder.

	Plan linje Ingen profilering - Type I
	Kamflex Profilert linje- Type II
	Longflex Profilert linje- Type II
	Dråpeflex Profilert linje- Type II Dråpekombi Profilert linje - Type II Dråpekombi er dråpeflex som legges oppå en plan linje

Figur 16: Plan stripe og de mest almindelige profilerede striber (type II striber) i Norge (Skaar og Giæver, 2019, figur 3.1).

Der anvendes gul afmærkning mellem køreretningerne, mens øvrig længdeafmærkning er hvid. De mest almindelige striber til længdeafmærkning i Norge

fremgår af Figur 16. Kamflex og longflex kendes ved samme navn i Danmark, mens den norske dråpeflex synes at svare til multidot.

4.4.1 Profilerede/plane striber

På alle statsveje uden belysning med ÅDT >2.000 er det en retningslinje angivet i R310 (2014), at der er krav til hvide kantlinjers synlighed i mørke og vådt føre, men der skal tages hensyn til støj ved nærliggende bebyggelse. En profileret afmærkning (type II striber) er den foretrukne til hvide kantlinjer, mens der ikke er krav til synlighed i mørke/vådt føre for gul afmærkning, dvs. heller ikke den gule kantlinje mod vejmidte ved midteradskillelse.

I første omgang var det støj- og vibrationsegenskaberne med henblik på advarsel af trafikanter på vej væk fra kørebanen, der var årsag til introduktion af profilerede striber i Norge (Skaar og Giæver, 2019). Det nævnes som en forskel i forhold til andre europæiske lande, hvor de lystekniske egenskaber var årsag til introduktion af profilerede striber. En større og større andel af længdeafmærkningen afmærkes således med profilerede striber, men der er udfordringer specielt i forhold til vinterdriften (mere sårbare), naboklager som følge af støj ved overkørsel og hensyn til cykeltrafik.

Kun plane striber anvendes til midtlinjer, også ved placering i nedfræsning (Skaar og Giæver, 2019). Til kantlinjer mod midteradskillelse anvendes plane striber, profilerede striber (longflex eller kamflex) og plane striber i forstærket midtafmærkning. Til øvrige kantlinjer anvendes plane striber, profilerede striber (longflex eller kamflex), dråpeflex i nedfræsede flade spor og plane/alle typer profilerede striber i nedfræsede sinusrumleriller.

Plane striber udføres i ekstruderet termoplast på samme måde som profilerede striber på de mest trafikerede veje, til midtlinje ved ÅDT >1.000 og kantlinje ved ÅDT >1.500 (Skaar og Giæver, 2019). Ved denne metode udføres såvel plane som profilerede striber med en højde på 3 mm med undtagelse af dråpeflex, der udføres med en højde på 4 mm. Specifikationerne for materialeforbrug antyder, at longflex typisk udføres med samme længde for profiler og mellemrum mellem profiler.

En efterhånden ganske udbredt løsning særligt i forhold til at imødegå slitage af vejafmærkningen i løbet af vinteren er placering af længdeafmærkningen i en nedfræsning. Der kan være tale om en nedfræset sinusrumlerille med en dybde på 6 mm til top og 13 mm til bund – også kaldet forstærket afmærkning – eller et nedfræset fladt spor med en dybde på 7 mm (Skaar og Giæver, 2019)¹. De to metoder fremgår af Figur 17.

¹ Tidligere blev striber placeret i et nedfræset fladt spor også betegnet som forstærket afmærkning (Giæver, 2011), men det er ikke længere tilfældet (N302, 2015).



Figur 17: Længdeafmærkning placeret i nedfræsede rumleriller (forstærket afmærkning) på billedet til venstre og i et nedfræset fladt spor på billedet til højre (Giæver, 2011).

Placeres en plan stribe på en sinusrumlerille opnås de trafiksikkerhedsmæssige fordele som følge af støj/vibration i køretøj ved overkørsel, mens der ikke udsendes øget støj til omgivelser som ved kørsel på profileret stribe. Længdeafmærkning er dog stadig mest synlig, hvis den tilmed er profileret. Forstærket afmærkning er særligt en fordel i vejmidten, hvor de plane midtlinjer ikke giver en varsel, hvis en trafikant utilsigtet er ved at krydse over til vognbaner for modsatrettet trafik. På statsvejene er der en fast procedure for etablering af forstærket afmærkning i vejmidte, men endnu ikke for kantlinjer.

Motorveje

Motorveje er typisk belyst, så der vil sjældent være egentligt krav om linjernes synlighed i mørke og vådt føre.

Det er angivet i N302 (2015), at forstærket afmærkning kan etableres både i forbindelse med højre og venstre kantlinje.

Veje uden midteradskillelse

Set i forhold til kravene om kantlinjers synlighed, må de som udgangspunkt udføres med profilerede striber på øvrige statsveje, men undtagelser pga. støjgener ved boliger er formentligt hyppigere end på motorveje. Endelig vil nogle norske statsveje muligvis have så beskeden en trafik, at der ikke er krav til synlighed i mørke og vådt føre.

Forstærket midtafmærkning anbefales til veje med bredde på mindst 7,5 m. Forstærket afmærkning i vejmidte kan benyttes ved hastighedsgrænser på minimum 70 km/t, men ikke hvor der er et potentiale for mere end 50 fodgængere/cyklister i vejkanterne i et normaldøgn, eller vejen er en skolevej. Disse anbefalinger er angivet i N302 (2015).

For brug af forstærket afmærkning i vejmidte på statsveje med en bredde på under 7,5 m skal der ifølge Skaar og Giæver (2019) søges tilladelse.

Forstærket afmærkning i vejkant kan etableres på veje med bredde på mindst 7 m, mens kombination af forstærket afmærkning i vejmidte og -kant kun kan etableres på veje med en bredde på mindst 8 m. Cyklister skal tilbydes løsninger langs lokalt vejnet. Dette fremgår ligeledes af N302 (2015).

På brede 2-sporede veje uden midteradskillelse (7,5-10 m) anbefales nedfræset sinusrumlerille (forstærket afmærkning) i vejmidte med plan gul stribe og nedfræset fladt spor med dråpeflex som kantlinje (Skaar og Giæver, 2019). Fremgangsmåden anbefales uden for tættere bebyggelse. Selvom tiltaget ikke opfattes som en særlig stor udfordring for cyklister, bør den anvendes restriktivt ved mange cyklister i henhold til de førnævnte betingelser for brug af forstærket afmærkning i vejmidte.

4.4.2 Norske fotoeksempler

Som for de øvrige lande er afmærkningen på forskellige motorveje i Norge undersøgt ved hjælp af Google Street View. I Figur 18 ses eksempler med under 100 m til bymæssig bebyggelse. I Figur 19 ses eksempler i åbent land med flere hundrede meter til nærmeste beboelse og minimum ca. 1 km til nærmeste by.



Figur 18: Norske eksempler på længdeafmærkning på motorvej <100 m fra by/beboelse. Vejbe-lysning på alle fire strækninger. Særligt på de to eksempler til højre er det lidt usikkert, om striben er placeret i et nedfræset fladt spor eller i en nedfræset sinusrumlerille (Google Street View).

Eksemplerne illustrerer meget godt variationen i sribetyper til kantlinjerne, mens der kun bruges plane striber til delelinjer. Nogle af kantlinjerne er placeret i et

nedfræset fladt spor eller i en nedfræset sinusrumlerille, men det kan være svært at afklare helt nøjagtigt fra Street View. Det bemærkes, at der er vejbelysning på alle strækninger.

De fleste af kantlinjerne er profilerede. Kamflex og dråbeflex/-kombi er umiddelbart de hyppigst anvendte profilerede striber, og de anvendes begge både tæt på by/beboelse og ude i det åbne land. Der er ikke fundet eksempler på brug af longflex. De fleste steder er kantlinjerne placeret i en nedfræsning, enten sinusrumlerille (forstærket afmærkning) eller fladt spor. Også i forhold til dette synes begge løsninger at blive benyttet både tæt på by/beboelse og i åbent land.



Figur 19: Norske eksempler på længdeafmærkning på motorvej ≥ 1 km til by og flere hundrede meter til nærmeste beboelse. Vejbelysning på alle fire strækninger. Det er lidt usikkert, om striber er placeret i et nedfræset fladt spor eller i en nedfræset sinusrumlerille (Google Street View).

4.5 Opsamling på tværs af lande

Rammerne for brugen af profilerede striber varierer noget i vores nabolande, ligesom typerne af profilerede striber adskiller sig en del. Holland har de strammeste og mest veldefinerede regler for, hvornår forskellige typer profilerede striber må benyttes af hensyn til støj. I de øvrige lande synes fravalget af profilerede striber i højere grad at skulle ske i en afvejning af støjhensyn, stribernes synlighed, komforthensyn for 2-hjulede på den ene side og trafiksikkerhed på den anden side.

Profilerede striber bruges primært til kantlinjer i Sverige, Storbritannien og Norge, mens der i Holland er fokus på flere typer længdeafmærkning i forhold til striber

med øget synlighed i mørke/vådt føre. I Norge og Sverige er der retningslinjer for hvilke veje, hvor der stilles krav til synlighed i mørke/vådt føre.

Bekymringen for støj er tilsyneladende størst i Holland. I Norge er der også bekymring for stribernes støj, men reglerne for valg mellem plane og profilerede striber synes at være vage og bero på vurderinger fra sag til sag. I Sverige er der ikke så meget fokus på støj fra profilerede striber, men til gengæld er der mere specifikke regler for brug af rumleriller af hensyn til støj i vejens omgivelser. De britiske vejregler nævner ikke støjhensyn i relation til profilering.

Profilerede striber eller striber med bedre synlighed i mørke/vådt føre varierer i nabolandene. Storbritannien anvender nogle relativt høje ribber, der formentlig udsender kraftig støj ved kørsel på striberne. De samme kendes fra Holland, men bruges pga. støjen meget restriktivt. Derudover har hollandske striber med forbedret synlighed i mørke/vådt føre en meget mild profilering og formentlig nærmest ingen advarselseffekt. De svenske og norske profilerede striber er umiddelbart mere i familie med danske, men andre mønstre end longflex er de mest anvendte. I Sverige er det primært safeflex, og i Norge fortrinsvis kamflex og striber, der ligner multidot.

Motorveje

Profilerede striber anvendes nærmest til alle kantlinjer i Storbritannien og næsten alle kantlinjer i Sverige og Norge. Profilerede striber i Norge og Sverige er i nogle tilfælde fravalgt på motorveje gennem byområder, eller det kan være valgt at anvende en plan stribe lagt oven i rumleriller. I Holland anvendes umiddelbart kun plane striber, men det er muligt, at der nogle steder anvendes striber med større synlighed i mørke/vådt føre, men i givet fald er profileringen meget begrænset.

Øvrige veje

Reglerne varierer meget landene imellem, og den faktiske anvendelse er ikke undersøgt nærmere. I Holland er udbredelsen tilsyneladende meget begrænset. I Sverige er der formentlig stor forskel afhængig af, om der er midteradskillelse eller ej. På veje med midteradskillelse bruges profilerede striber tilsyneladende til kantlinjer, mens det formentlig er i mindre omfang på 2-sporede hovedlandeveje, hvor rumleriller i vejmidte til gengæld er meget udbredt. I Norge er der formentlig nogen udbredelse af profilerede striber på veje med midteradskillelse og øvrige hovedlandeveje, men der er større fokus på, at længdeafmærkning, uanset type, placeres i nedfræsedes sinusrumleriller. Omfang af profilerede striber i Storbritannien er mere uklar, men de bruges formentlig i et betydeligt omfang på veje med kantbaner eller nødspor.

Gennemgangen af brugen af profilerede striber i nabolande kan give inspiration til nye afmærkningstiltag i Danmark og viden om, hvad der er i fokus i forbindelse med længdeafmærkning i disse lande. Der er imidlertid ikke tale om en ensartethed, som kan anvendes direkte i danske retningslinjer.

5. Alternative afmærkningsløsninger

På baggrund af særligt erfaringer og metoder anvendt i udlandet er der nogle alternativer, som kunne afprøves i Danmark. Løsningerne beskrives kort i forhold til forsøgenes potentiale, udfordringer i forhold til løsningen samt udbredelsen af tiltaget i nabolande og i Danmark.

Kombination af longflex/longdot til bred kantlinje

Selvom longflex har en vis synlighed i mørke og vådt føre i forhold til en plan stribe, er sribens synlighed ikke i top, og den er markant ringere end synligheden af såvel longdot som multidot. Til gengæld kan longflex i modsætning til andre sribetyper give trafikanterne en advarsel i forbindelse med krydsning af striben. Det er derfor oplagt at forsøge at kombinere de gode egenskaber ved longflex og longdot til brede kantlinjer (30 cm). Det kunne gøres ved at udføre den brede kantlinje ved sammensætning af to smalle kantlinjer, hvor de 15 cm nærmest kørebanen udføres med longdot, og de 15 cm nærmest vejkannten udføres med longflex.

Ved den kombination placeres den synligste del af striben tættest på vognbanen samtidig med, at det først er ved kørsel på den yderste del af striben, at trafikanten advares, og der sendes støj til omgivelserne. Ekstra trafikstøj som følge af trafikanters kørsel på striben vil fortrinsvis blive reduceret til de tilfælde, hvor der er behov for advarsler til trafikanterne af hensyn til trafiksikkerheden. Alligevel kan det være et forsigtighedsprincip kun at benytte den kombinerede stribe til kantlinjer på strækninger, hvor man ellers ville have valgt striber af typen longflex. Forslaget forventes at kunne fremme kantlinjernes synlighed og dermed primært trafikafviklingen uden at gå på kompromis med trafiksikkerheden.

Løsningen er på nuværende tidspunkt i idéfasen i Vejdirektoratet. Den eneste erfaring med den kombinerede stribe er, at det har været muligt at foretage en prøveudlægning på en kort strækning. Det er derfor ukendt, hvordan den visuelle effekt af en sådan stribe vil være. Det er således helt afgørende, at striben vil få kantlinjen til at fremstå som én samlet fuldoptrukket kantlinje. Sribens holdbarhed samt omkostninger til drift og vedligehold er ligeledes ukendte.

Longdot er endnu ikke certificeret, og skulle version 2 af striben heller ikke blive godkendt, er det en mulighed i stedet at forsøge en stribe med en kombination af longflex og multidot. En sådan kombination vil have lidt ringere egenskaber i forhold til støj.

Rumleriller i nødspor/bred kantbane

Profilerede striber giver nogen advarsel til en trafikant ved overskridelse, men advarslen er større ved overkørsel af rumleriller. Hvor der er et nødspor eller en bred kantbane, vil en rumlerille på højre side af kantlinjen kunne give trafikanter-

ne en advarsel om, at de er på vej væk fra kørebanen på et tidspunkt, hvor trafikanterne ved hurtig indgriben stadig vil have en mulighed for at rette op. Hvis kantlinjen er plan, får trafikanterne slet ingen advarsel fra længdeafmærkningen ved overskridelse. Hvis kantlinjen er profileret, vil rumlerillen være en ekstra og tydeligere advarsel til trafikanterne, hvis de fortsætter i retning væk fra kørebanen efter at have passeret kantlinjen. Forslaget er tiltænkt motorveje, motortrafikveje og veje med separat cykelsti. Hvis der er nødspor, bør rumlerillen placeres så langt til højre for kantlinjen, at udrykningskøretøjer kan benytte nødsporet uden at skulle køre på rumlerillen med det venstre hjulsæt. Forslaget forventes at kunne fremme trafiksikkerheden.

Selvom teknikken til fræsning af rumleriller er blevet bedre, er der stadig risiko for, at en ældre belægning vil gå i stykker som følge af etableringen. Derfor vil tiltaget kun kunne etableres i forbindelse med ny belægning i nødspor/kantbane og på strækninger, hvor denne belægning er i meget god stand. Sinusrumleriller udsender mindst støj til omgivelserne, men giver stadig støj og kraftig vibration i køretøjet.

Rumleriller placeret til højre for kantlinjen i nødspor/bred kantbane benyttes i stor udstrækning på svenske motorveje. I Danmark er rumlerillerne fortrinsvis blevet placeret til venstre for kantlinjen, hvor det ofte vil få trafikanterne til at placere sig længere til venstre i den højre vognbane og dermed virke som en indsnævring af vognbanen. Et dansk eksempel med rumleriller til højre for kantlinjen i kantbanen findes angiveligt på Vestmotorvejen ved Korsør.

Rumleriller i indre kantbane på motorvej

En række af de nyere danske motorvejsstrækninger er etableret med en indre kantbane med en bredde på 1,5 m. Det vil ofte give mulighed for, at en trafikant kan nå at rette op, hvis vedkommende uforvarende har krydset den venstre kantlinje. Ligesom rumleriller i den højre kantbane/nødsporet vil rumleriller til venstre for den venstre kantlinje, i den indre kantbane, kunne supplere den profilerede kantlinjes støj/rumleeffekt med en ekstra og tydeligere advarsel til trafikanter, som er på vej til at forlade kørebanen til venstre. Tiltaget vil begrænse sig til de strækninger med en indre kantbane med en bredde på mindst ca. 1 m (inkl. kantlinje). Forslaget forventes at kunne fremme trafiksikkerheden.

Selvom teknikken til fræsning af rumleriller er blevet bedre, er der stadig risiko for, at en ældre belægning vil gå i stykker som følge af etableringen. Derfor vil tiltaget kun kunne etableres i forbindelse med ny belægning i indre kantbane og på strækninger, hvor denne belægning er i meget god stand. Sinusrumleriller udsender mindst støj til omgivelserne, men giver stadig støj og kraftig vibration i køretøjet.

Der er ikke fundet eksempler på rumleriller placeret i den indre kantbane i nabolandene, men både i Sverige og i særdeleshed i Norge placeres den venstre kantlinje af og til i rumleriller. I Danmark placeres rumleriller mod midteradskillelsen

fortrinsvis til højre for kantlinjen, hvor det ofte vil få trafikanterne til at placere sig længere til højre i den venstre vognbane og dermed virke som en indsnævring af vognbanen.

Midtlinjer placeret i sinusrumlerille

I Danmark placeres rumleriller typisk i vognbanerne, hvilket betyder, at rumleriller i vejmidten placeres i to "baner", én på hver side af midtlinjen. Fordelen ved den hidtidige danske metode er, at modkørende placerer sig længere fra hinanden, og der bliver mere plads til, at en trafikant kan rette op, hvis trafikanten uforvarende er på vej til at krydse vejmidten. Ulempen er, at vognbanernes effektive bredde reduceres, og der er færre veje, der er brede nok til, at der kan etableres rumleriller i vejmidten.

Det foreslås derfor, at rumleriller på smalle veje kan udføres i én "bane" af sinusrumleriller placeret i vejmidten under midtlinjen. Forslaget tiltænkes de smalle veje, der er maksimalt 0,5 m for smalle til at få etableret rumleriller på traditionel vis som beskrevet i "Kogebog for rumleriller" (Luxenburger, 2012). Forslaget forventes at kunne fremme trafiksikkerheden.

Selvom teknikken til nedfræsning af rumleriller er blevet bedre, er der stadig risiko for, at en ældre belægning vil gå i stykker som følge af etableringen. Derfor vil tiltaget kun kunne etableres i forbindelse med ny belægning og på strækninger, hvor belægningen er i meget god stand. Sinusrumlerillen under midtlinjen vil formentlig skulle driftes mere end andre rumleriller for at undgå, at skidt og snavs samler sig i rillen og svækker synligheden af længdeafmærkningen. Der vil ikke kunne forventes den samme driftsgevinst på striber i nedfræsninger i Danmark som i lande, hvor der køres mere med sneplove, og hvor der anvendes pigdæk/snekæder.

Længdeafmærkning i nedfræsede sinusrumleriller anvendes i stor udstrækning som sikkerhedsfremmende tiltag i Norge, hvor det udføres konsekvent i vejmidten på 2-sporede statsveje med tilstrækkelig bredde. Desuden anvendes nedfræsede sinusrumleriller i noget omfang under kantlinjer i Norge, i særdeleshed på motorveje, men også på andre veje. Også i Sverige anvendes rumleriller under midtlinjen konsekvent på tilstrækkeligt brede veje, men her er det undtagelsen, at der er tale om sinusrumleriller.

Færdselssøm i forgreninger

Omkring forgreninger, sporbortfald, sammenløb og rampetilslutninger ses det ofte, at trafikanternes adfærd bidrager til lavere kapacitet. Dels fordeler trafikanterne sig ikke altid hensigtsmæssigt i de tilgængelige spor, dels foretages en række unødvendige vognbaneskift. Nogle af de nødvendige vognbaneskift foretages tilmed uhensigtsmæssigt, enten for tidligt eller for sent i vejforløbet. Det skader trafikafviklingen og kan skabe unødvendige flaskehalse.

I kendte flaskehalse på motorvejsnettet kan færdselssøm med forskellige refleksfarver måske være med til at tydeliggøre vejens forløb i mørke (og vådt føre). Forskellige farver på reflekskerne i sømmene kan vejlede trafikanterne om vejens forløb, hvor og hvornår det er hensigtsmæssigt at foretage vognbaneskift og/eller mellem hvilke spor, der ikke bør foretages vognbaneskift. Forslaget forventes at kunne understøtte længdeafmærkningen og dermed fremme trafikafviklingen.

Brug af refleksfarver i færdselssøm er på nuværende tidspunkt begrænset af afmærkningsbekendtgørelserne til længdeafmærkningens farve. Derfor er fx røde og grønne reflekser på kant med reglerne. Ligeledes vil det ikke umiddelbart være muligt fx at benytte gule reflekser til at markere den ene gren og hvide til den anden i en motorvejsforgrening. Færdselssøm er relativt krævende for driften, og derfor begrænser dette forslag sig også til lokaliteter, hvor en bedre fordeling af trafikken i vognbanerne kan fremme trafikafviklingen. Den større grad af milde vintre kan dog have en positiv indflydelse på driften af færdselssøm, som i mindre omfang vil kunne forventes at være udsat for skader fra snepløve.

I Storbritannien benyttes færdselssøm i stor udstrækning til at tydeliggøre vejens forløb ved at understøtte længdeafmærkningen, også på motorvejsnettet. På motorvejsnettet benyttes forskellige farver på reflekskerne fx omkring rampetilslutninger og forgreninger for, dels at illustrere at vejforløbet ændrer sig, dels for med farverne rød og grøn at vise, om en linje må krydses (reflekserne til sømmenes højre og venstre side er således ikke nødvendigvis af samme farve). I Holland benyttes færdselssøm med belysning i noget omfang – også til understøttelse af længdeafmærkningen, men dog yderst sjældent på motorveje, som oftest har vej-belysning. Belysningen i færdselssøm kan komme fra solceller, men der er erfaringer med, at de ikke altid får tilstrækkelig opladning i dagtimerne til at kunne lyse gennem alle de mørke timer.

Referencer

BEK 1632, 2017. *Bekendtgørelse om vejafmærkning. Kapitel 5 Afmærkning på kørebanen m.m.* BEK nr. 1632 af 20.12.17. Transport-, Bygnings- og Boligministeriet, Danmark.

BEK 1633, 2017. *Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning. Kapitel 7 Afmærkning på kørebanen.* BEK nr. 1633 af 20.12.17. Transport-, Bygnings- og Boligministeriet, Danmark.

Buch, T.S., 2017. *Trafiksikkerhed ved rumleriller og profilerede striber – Litteraturstudie af uheldsevalueringer.* Trafitec, Danmark.

CROW, 2015. *Richtlijnen voor de bebakening en markering van wegen 2015.* CROW, Holland.

Department for Transport, 2018. *Traffic Signs Manual. Chapter 5 Road Markings.* Department for Transport, Storbritannien.

Gail, A. og Bartolomaeus, W., 2012. *Noise emission of structured road markings.* Transport Research Arena – Europe 2012. Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 48, s. 544-552.

Giæver, T., 2011. *Forsterket vegoppmerking – forskning og utviklingsaktiviteter i Norge.* Slides fra præsentation ved Nordisk vegoppmerkingskonferanse, 8.-9. februar 2011, Rovaniemi, Finland.

Janstrup, K.H., Møller, M. og Pilegaard, N., 2019. *Vejens omgivelser, udformning og tilstand - betydningen for trafiksikkerhed.* DTU Management, DTU, Danmark.

Johansen, T.C. og Fors, C., 2019. *Nordic certification of road marking materials in Denmark 2017–2019.* VTI rapport 1021A, VTI, Sverige.

Luxenburger, 2012. *Kogebog for rumleriller.* Luxenburger Trafiksikkerhed & Vejteknik, Danmark.

Lyon, C., Persaud, B. og Eccles, K., 2018. *Safety Evaluation of Profiled Thermoplastic Pavement Markings.* Rapport nr. FHWA-HRT-17-075, Federal Highway Administration, USA.

N302, 2015. *Vegoppmerking – Tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming.* Normal, Håndbok, Statens vegvesen Vegdirektoratet, Norge.

NordFoU, 2019. ROMA. *State assessment of road markings in Denmark, Norway and Sweden – Results from 2018*. Rapportnr. 2019-10. NordFoU.

R310, 2014. *Trafikksikkerhetsutstyr – Tekniske krav*. Retningslinje, Håndbok, Statens vegvesen Vegdirektoratet, Norge.

Rambøll, 2018. *Trafikksikkerhedsmæssige konsekvenser af mindre vejvedligehold*. Rambøll, Danmark.

Skaar, B. og Giæver, T, 2019. *Lærebok vegoppmerking – Anbefalinger og råd om utførelse av vegoppmerking*. Rapportnr. 452. Statens vegvesen Vegdirektoratet, Norge.

Sørensen, K., 2018. *Støjsvage profilerede vejstriber – lysteekniske egenskaber, støj og test med sneplov*. 2. november 2018, Eurostar, Danmark.

Trafikverket, 2020a. *Krav. VGU. Vägars och gators utformning*. Publikation 2020:029. Trafikverket, Sverige.

Trafikverket, 2020b. *Råd. VGU. Vägars och gators utformning*. Publikation 2020:031. Trafikverket, Sverige.

van der Aa, H., Kleis, A, Voskuilen, J. og van Veen, G., 2016. *Waterdoorlatende Markering op het hoofdwegen netwerk van Rijkswaterstaat*. CROW Infradagen 2016, Holland.

van Gils, E. og Reinink, F., 2016. *Acoustic properties of road markings*. Rapport nr. M+P.RGPO.15.02.1, M+P, Holland.

Vejdirektoratet, 2014. *Særlige Betingelser og beskrivelser – Entreprise H316.03.20 – Jord- og belægningsarbejder – H316 Sønderborg-Fynshav*. Vejdirektoratet, Danmark.

Vejregler, 2018a. *Almindelig arbejdsbeskrivelse – Kørebaneafmærkning – AAB*. Udbudsforskrift, Vejdirektoratet, Danmark.

Vejregler, 2018b. *Vejledning – Kørebaneafmærkning – Vejl*. Udbudsforskrift, Vejdirektoratet, Danmark.

Vejregler, 2020a. *Håndbog – Generelt om afmærkning på kørebanen*. Vejregel, Vejdirektoratet, Danmark.

Vejregler, 2020b. *Håndbog – Afmærkning på kørebanen, længdeafmærkning*. Vejregel, Vejdirektoratet, Danmark.