

# Mitträffling på tvåfältsvägar

- En kvalitativ undersökning om branschens åsikter och metoder



LUNDS  
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Institutionen för Teknik och samhälle

Examensarbete:  
Sara Svensson

© Copyright Sara Svensson

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Lunds universitet  
Box 882  
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering  
Lund University  
Box 882  
SE-251 08 Helsingborg  
Sweden

Tryckt i Sverige  
Media-Tryck  
Biblioteksdirektionen  
Lunds universitet  
Lund 2015

## Sammanfattning

För att öka säkerheten på tvåfältsvägar införde tidigare Vägverket bland annat nya räfflor i mitten av vägbanan. Dessa räfflor är ett sätt att påkalla förarens uppmärksamhet om de är på väg att ofrivilligt lämna körfältet. Räfflorna ger upphov till både internt och externt buller samt vibrationer internt i fordonet. Trafikverket har sedan en tid tillbaka svårigheter med att få dessa räfflor utförda på de vägar som de vill ska ha ny mitträffling.

Syftet med examensarbetet är att undersöka arbetet med mitträffling på tvåfältsvägar. Målet är att arbetet ska kunna vara till hjälp för Trafikverket avseende vad som kan göras för att mitträffling ska kunna utföras på betydligt fler vägar i framtiden. Arbetet har studerat vilka metoder som finns för mitträffling där även kostnadsaspekten har varit intressant. Likaså mitträffling på vägar med tunnskiktsbeläggning och ytbehandling har studerats specifikt.

Arbetet är uppdelat i två delar där den första delen beskriver problemet och ger en inblick i ämnet mitträffling. Mitträffling i de nordiska länderna har studerats. Den andra delen, vilket också är den utredande delen av arbetet, består av kvalitativa intervjuer med personer på Trafikverket och med entreprenörer som arbetar med just fräsning av räfflor i vägbanan.

Undersökningen visar att Trafikverket är på god väg att lösa de svårigheter som finns med att få ny mitträffling utförd. En sak som är svårt med räfflingen är hur den ska hanteras. Genomgående ska det vara mer tydligt vad det är som gäller. Reglerna idag är egentligen skrivna för oavsett hur asfaltens egenskaper är. Det har genomförts mitträffling på vägar med både ytbehandling och tunnskiktsbeläggning där både resultat och effekt av räfflan varierar. Det råder meningsskiljaktigheter inom Trafikverket avseende vilka beläggningar som går att fräsa räfflor i eller inte och det skulle behöva göras en ordentlig utredning om vilka beläggningstyper som går att räffla i eller vilka som inte går. Ett alternativ till att räffla som gör att det inte behövs ta någon hänsyn till beläggningstyp är möjligtvis en omvänd upphöjning med exempelvis med vägmarkeringsmassa. Studien visar att en traditionell asfaltsfräs används för att utföra både Sinusräffla och Målillaräffla och kostnaden varierar mellan 10-22 kr/lm.

Nyckelord: Mitträffling, metoder, räfflor, trafiksäkerhet, utförande

## **Abstract**

In order to increase the traffic safety on two-lane roads the Swedish Road Administration introduced new milled rumble strips in the middle of the lane. These rumble strips are a way to attract drivers attention if they are about to unintentionally leave the lane. The milled rumble strips cause both internal and external noise and vibration internally in the vehicle. The Swedish Road Administration have had trouble lately getting these grooves made on the roads where they want to have new milled rumble strips in the centre of two-lane roads.

The purpose of this work is to examine the work of milled rumble stripes in the middle of the lane on two-lane roads. The goal is that the work can be able to be of assistance to the Swedish Road Administration regarding what can be done to ensure that milled rumble strips can be carried out considerably more on roads in the future. This work has studied the methods regarding rumble strips where the cost aspect also has been interesting. Also rumble strips on roads with a thin layer coating and surface treatment has been specifically studied.

The work is divided into two parts, the first part describes the problem and provides insight into the topic milled rumble strips. Rumble strips in the Nordic countries have been studied. The second part, which is also the investigative part of the work consists of qualitative interviews with people at the Swedish Road Administration and the contractors who work with precisely milled rumble strips on the road.

The result shows that the Swedish Road Administration is on track to solve the difficulties of getting new rumble strips carried out. One thing that is difficult with the milled rumble strips is how it should be handled. Throughout, it should be more clearly what the rules are. The rules today are actually written the same regardless of the asphalt properties. There have been rumble strips on roads with both surface treatment and thin-layer coating, where both results and impact of the rumble strip varies.

There is disagreement within the Swedish Road Administration regarding which coverings that it is possible to do milled rumble strips in or not, and it would be of interest to make a proper investigation of which ones that can or can not.

An alternative to the milled rumble strips that makes it necessary to not take any account of the coating type, is possibly a reverse rumble strip in the middle of the lane of two-lane roads. The study shows that a traditional cold



milling machine is used to perform both Sinusräffla and Målillaräffla and the cost varies between 10-22 SEK/rm.

Keywords: Rumble strips, milled rumble strips, methods, traffic safety, execution

## Förord

Examensarbetet är på 22,5 högskolepoäng och är ett avslutande moment för högskoleutbildningen Byggt teknik - väg och trafikteknik vid Lunds Tekniska Högskola, Campus Helsingborg. Arbetet är utfört under våren 2015 och har gjorts i samarbete med Trafikverket. Initiativet för idén till examensarbetet har varit Trafikverket då de har problem med att få ny mitträffling utfört i en önskad utsträckning. Frågeställningarna till arbetet har utarbetats i samråd därefter.

Jag vill först och främst tacka Magnus Ljungberg, Lars Ekman och Stephen Mclearnon på Trafikverket som gav mig möjligheten att skriva detta arbete. Ännu ett tack till min handledare, Magnus Ljungberg, för den support jag fått.

Jag vill rikta ett särskilt tack till min examinator Sven Agardh, för den handledning och konstruktiv kritik han gett mig under arbetes gång.

Ett stort tack riktar jag även till samtliga personer som tagit sig tid och ställt upp på intervjuer, både på telefon och besök på plats. Utan dem och deras bidragande kunskap så skulle detta examensarbete inte varit genomförbart.

Avslutningsvis vill jag tacka alla nära och kära som hjälpt mig under arbetets gång.

Helsingborg, maj 2015

Sara Svensson

# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Bakgrund</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Syfte och mål</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Metod</b> .....	<b>2</b>
1.3.1 Tillvägagångssätt .....	2
1.3.2 Intervju .....	2
<b>1.4 Avgränsning</b> .....	<b>4</b>
<b>1.5 Resultat</b> .....	<b>4</b>
<b>1.6 Begrepp och förkortningar</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Mitträffling på tvåfältsvägar</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 Mitträffling i Sverige</b> .....	<b>6</b>
2.1.1 Riktlinjer .....	10
2.1.2 PMSv3 .....	10
2.1.3 Teknisk beskrivning för utförande av Målillaräfflan och Sinusräfflan .....	11
2.1.4 Råd och anvisningar .....	12
2.1.5 Tidigare råd och anvisningar .....	13
2.1.6 Trafikverket .....	13
2.1.7 Trafiksäkerhetsmål .....	15
<b>2.2 Mitträffling i Norge</b> .....	<b>15</b>
<b>2.3 Mitträffling i Danmark</b> .....	<b>17</b>
<b>2.4 Mitträffling i Finland</b> .....	<b>21</b>
<b>3 Resultat</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1 Sammanfattning av intervjuer med personer på Trafikverket</b> .....	<b>23</b>
<b>3.2 Intervjuer med personer på Trafikverket</b> .....	<b>24</b>
<b>3.3 Intervjuer med entreprenörer</b> .....	<b>38</b>
3.3.1 Metoder .....	38
3.3.2 Fräsning i olika beläggningar .....	44
3.3.3 Kostnad för metod och räffla .....	45
3.3.4 Entreprenörers åsikter .....	46
<b>4 Analys och diskussion</b> .....	<b>48</b>
<b>4.1 Metod</b> .....	<b>48</b>
4.1.1 Bortfallsanalys .....	48
<b>4.2 Resultat</b> .....	<b>49</b>
<b>4.3 Förslag till framtida studier</b> .....	<b>51</b>
<b>5 Referenser</b> .....	<b>52</b>
<b>5.1 Skriftliga referenser</b> .....	<b>52</b>
<b>5.2 Muntliga referenser</b> .....	<b>54</b>

<b>5.3</b>	<b>Figurförteckning .....</b>	<b>54</b>
<b>6</b>	<b>Bilagor .....</b>	<b>57</b>
<b>6.1</b>	<b>Bilaga I Intervjuguide Trafikverket .....</b>	<b>57</b>
<b>6.2</b>	<b>Bilaga II Intervjuguide entreprenörer .....</b>	<b>58</b>

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Trafiksäkerhetsarbetet i Sverige bygger på nollvisionen som innebär att ingen människa ska dödas eller skadas allvarligt i trafiken. Visionen i sig präglar Trafikverkets inre arbete och myndigheten arbetar mot tydliga mål. Riksdagen införde år 2009 ett nytt etappmål, vilket är att antalet som dör i trafiken år 2020 inte får överskrida 220 personer och skulle innebära en halvering av antalet dödade i trafiken från år 2007 till år 2020 (Trafikverket 2013).

Under den senaste tiden har trafiksäkerheten förbättrats väsentligt och Sverige är idag det land som är världsledande när det gäller säkerheten i vägtrafiken. Ändå omkommer flera hundra personer i vägtrafiken i Sverige varje år och tusentals personer skadas så allvarligt att de får bestående men. Därför arbetar Trafikverket i samarbete med andra aktörer med trafiksäkerhetsarbetet. Samtliga spelar en betydelsefull roll för att driva utvecklingen framåt. Säkerheten är en förutsättning för ett fungerande transportsystem och ett sådant bidrar till färre olyckor och som därmed sparar liv. Dessutom blir transportsystemet effektivt och tillförlitligt (Trafikverket 2014c).

Internationell forskning tyder på att trötthet är en orsak som ligger till grund för mellan 10-20 % av alla olyckor. Olyckor som är trötthetsrelaterade är också vanligast förekommande vid singelolyckor och mötesolyckor. Genom att göra åtgärder i vägutformning kan förarens beteende och beslutfattande vid körning påverkas och på detta sätt minska tänkbara olyckor (Anund 2005). För att öka säkerheten på tvåfältsvägar införde dåvarande Vägverket bland annat nya räfflor i mitten av vägbanan. Dessa räfflor är nämligen ett sätt att påkalla förarens uppmärksamhet om de är på väg att ofrivilligt lämna körfältet (Anund 2014). Dessa nya räfflade mittremсор utfördes i stor omfattning fram tills år 2010, då nuvarande Trafikverket bildades. Därefter har genomförandet av nya räfflor i mitten av vägbanan på tvåfältsvägar minskat avsevärt (Trafikverket 2014f).

Idag ska ny mitträffling utföras vid ny- och ombyggnad av vägar samt vid underhållsbeläggningar som är längre än tio kilometer. Problemet är att nya räfflor i mitten av vägbanan inte genomförs vid underhållsarbete i önskvärd utsträckning. Trafikverket har därför sedan en tid tillbaka svårigheter med att få dessa räfflor utförda på de vägar som de vill ska ha mitträffling. Detta beror på dels att bullerräfflor inte anses vara en underhållsåtgärd, dels på att det finns krav på att det ska ske över en längre sträcka vilket oftast inte sker vid underhållsbeläggningar. Därtill råder det oklarhet inom Trafikverket angående ansvaret och kostnaden; Mitträffling tycks ha hamnat lite mellan stolarna efter omorganisationen när Vägverket blev Trafikverket.

## 1.2 Syfte och mål

Syftet med detta examensarbete är att undersöka arbetet med mitträffling på tvåfältsvägar. Målet är att arbetet ska kunna vara till hjälp för Trafikverket avseende vad som kan göras för att mitträffling ska kunna utföras på betydligt fler vägar i framtiden. Arbetet förväntas besvara följande frågor:

- Vad kan göras för att ändra på problematiken med att räfflor inte utförs i den utsträckning som Trafikverket önskar?
- Vilka metoder finns det för mitträffling?
- Vad är kostnaden för metoden och vad är kostnaden för själva räfflan?
- Har det gjorts mitträffling på vägar med ytbehandling samt tunnskiktsbeläggning? Om det gjorts, hur blev resultatet?

## 1.3 Metod

### 1.3.1 Tillvägagångssätt

Arbetet baseras på kvalitativa intervjuer samt litteraturstudier. Litteraturstudierna används för att ge en kort bakgrund och inblick i ämnet. Teoridelen baseras på rapporter framtagna av VTI samt uppgifter från olika myndigheter och regelverk. Ämnet mitträffling i vägbanan är ett ganska nytt ämne och därmed finns inte litteratur och fasta källor i tillräckligt stor utsträckning. Således består den större delen av arbetet, vilket också är den utredande delen av examensarbetet, av intervjuundersökningar med personer på Trafikverket och med entreprenörer som arbetar med just fräsning av räfflor i vägbanan. Starrin och Svensson (red. 1994) betonar att målsättningen med en kvalitativ analys är att identifiera ännu icke kända eller otillfredsställande kända företeelser, egenskaper och innebörder med avseende på variationer, strukturer och processer. Kvalitativ data anses vara data som handlar om rent subjektiva uppfattningar.

### 1.3.2 Intervju

För att kunna besvara frågorna i examensarbetet har kvalitativa intervjuundersökningar genomförts. Intervjuer har genomförts med entreprenörer som utför mitträffling för att kunna undersöka olika metoder och kostnadsaspekten beträffande detta. Aktörerna som finns på marknaden idag och som utför mitträffling är begränsade till ett litet antal. En del av de intervjuade är aktörer enbart inom vägmarkering och andra är aktörer inom ett större område och utför även beläggningsarbeten. För att få en bättre förståelse för olika metoder har besök gjorts hos leverantörerna då det getts tillfälle, där maskiner och arbetsätt studerades samtidigt som intervjuer genomfördes. Vidare har intervjuer genomförts med yrkesverksamma personer på

Trafikverket som innehar en yrkesroll där de på något vis arbetar med mitträffling på tvåfältsvägar. Vid val av intervjupersoner har metoden snöbollsurval använts då *”det gäller att få ett så rikt material som möjligt för att belysa frågeställningen. Man kan observera, samtala, intervjua, läsa dokument, studera miljöer. I stället för att starta med att göra ett urval av personer kan man börja med att träffa en person och sedan genom ett så kallat snöbollsurval låta det gradvis växa fram vilka personer man skall gå vidare med. Kanske får man den kunskap man behöver från en enda person genom att samla ett så rikligt material omkring denne att analys och tolkning kan ge den kunskap man söker”* (Starrin & Svensson red. 1994).

Samtliga intervjuer har i första hand genomförts på intervjupersonens arbetsplats, detta för att kunna få en bättre dialog och för att kunna läsa av personen i fråga under intervjun. I de fallen där det inte varit möjligt för en intervju på plats, dels på grund av avstånd till intervjupersonen, har telefonintervjuer genomförts.

Inspelning har skett av samtliga intervjuer med hjälp av en diktafon efter godkännande av intervjupersonen och materialet har behandlats strikt konfidentiellt. Intervjun transkriberades och analyserades inom kort efter varje enskild intervju och därefter raderades det inspelade materialet. Detta gjordes som stöd för egen del då intervjuerna genomfördes enskilt, för att underlätta aktivt lyssnande och kunna göra eventuella viktiga anteckningar under tiden. Att banda intervjuerna är även ett bra sätt för att lära sig bli en bättre intervjuare. Starrin och Svensson (red. 1994) påpekar att *”dokumentation är oerhört viktig. Eftersom en handling eller utsaga ska tolkas är det nödvändigt att kunna gå tillbaka till materialet och se efter i vilket sammanhang den kom. Helst ska det dokumenteras så noggrant som möjligt exempelvis med en bandspelare”*.

Intervjuerna har pågått tills skribenten har erhållit information som sökts vilket Starrin och Svensson (red. 1994) betonar i hur lång tid intervjuerna ska ta och hur många frågor som ska ställas ges inte i en sifferuppgift utan det är tills man fått den informationen man behöver och detta kan växla från gång till gång beroende på vilken person som intervjuas. I några av de utförda intervjuerna saknades dock kunskap av intervjupersonen i fråga för att kunna ge den informationen som söktes. Intervjupersonerna har blivit kontaktade i efterhand i de tillfällen där en eventuell komplettering av information varit nödvändig.

Intervjuerna är upplagda utifrån en intervjuguide beroende på vilken person som intervjuats, där en intervjuguide är utformad för intervjuer för leverantörer respektive intervjuer med personer på Trafikverket.

Intervjumetoden baseras på en semistrukturerad intervju där samma frågor ställs till samtliga intervjupersoner där frågorna har öppna svarsmöjligheter. Genom detta tillvägagångssätt får samtliga sin chans att ge sin åsikt om samma frågor. Utifrån dessa basfrågor ställdes följdfrågor utifrån svar, se bilaga I & bilaga II. Allt eftersom intervjuerna pågick tillkom intervjufrågor för att kunna fylla ut eventuella luckor i information och frågor ändrades om för att utöka möjligheten till ytterligare information. Frågorna i bilaga I och bilaga II är de frågor som fanns med i intervjuguiden vid arbetets start. Då intervjumaterialet har behandlats strikt konfidentiellt så namnges inga personer i resultatredovisningen och det redovisas objektivt.

#### **1.4 Avgränsning**

Examensarbetet är enbart inriktat på mitträffling av tvåfältsvägar, där både nyräffling och återräffling ingår. Ingen hänsyn har tagits till några andra olika kategorier av räffling på vägbanan såsom vägrensräffling för att nämna en. När det gäller olika typer av räfflor och metoder är studien begränsad till länder inom norden, där Island uteslutits med anledning av att tillräckligt med information gick att tillgå från övriga länder. Tidigt i arbetet framkom det även att Island inte medverkat vid samarbetsmöten de senaste åren som varit emellan länderna i Norden. Skribenten har valt att endast intervju leverantörer i Sverige för att undersöka kostnadsaspekten gällande mitträffling på tvåfältsvägar eftersom prisuppgifter olika länder kan skilja sig åt av olika skäl.

#### **1.5 Resultat**

Resultatdelen redovisas i början en tillsynes omvänd ordning till sett vad som brukar utföras, detta för att kunna illustrera på bästa möjliga sätt för läsaren. Starrin och Svensson (red. 1994) påpekar att *”det finns inte någon vedertagen standard för hur kvalitativa analyser bör presenteras. Det som föreslås är att den kvalitativa analysens resultatavsnitt presenteras på ett nästan motsatt sätt som den kvantitativa. I resultatavsnittet börjar man med att presentera helheten för att sedan presentera de i helheten ingående delarna”*.

Resultatet av intervjuerna med personer på Trafikverket redovisas först sammanfattat i resultatdelen för att senare presenteras mera utförligt. Resultat av intervjuer med entreprenörer är indelat in i fyra avsnitt; metoder, fräsning i olika beläggningar, kostnad för metod och räffla och entreprenörers åsikter.



## 1.6 Begrepp och förkortningar

<i>c/c:</i>	Centrumavstånd
<i>ÅDT:</i>	Årsmedeldygnstrafiken
<i>DSS</i>	Dödade och svårt skadade
<i>VTI</i>	Statens väg- och transportinstitut
<i>VGU</i>	Vägar och gators utformning
<i>TMA</i>	Skyddsbil
<i>NVDB</i>	Nationell vägdatabas
<i>TSK</i>	Tunnskiktsbeläggning

## 2 Mitträffling på tvåfältsvägar

Räfflor är frästa fördjupningar i vägöverbyggnaden och är en trafiksäkerhetsåtgärd som USA har använt sig av sedan 1950-talet (Vejdirektoratet 2015a). Historiskt sett så har räfflor utförts framförallt vid eller i kombination med kantlinjen men räffling i mitten av vägbanan kom senare och i USA gjordes detta under en längre tid innan år 2003 med goda resultat. Fördelen med en fräst räffla är att effekten i form av ljud och vibrationer är bestående i jämförelse med effekten av en profilerad vägmarkering (Anund 2005).

Just längsgående räfflor i mitten av vägbanan är ett sätt att påkalla förarens uppmärksamhet när de oavsiktligt är på väg att lämna körfältet. På det sättet hjälper räfflorna förare att hålla sig på sin egen körbana och de som förväntas att uppmärksammas är förare som är trötta, sömniga och distraherade. När hjulen hamnar på räfflorna ger detta upphov till både internt och externt buller samt vibrationer internt i fordonet vid körning i räfflan. Det finns flera studier som har visat att effekten av räfflor i linje med vägens längdsriktning i mitten av vägbanan är god (Anund 2014). Ett problem med mitträffling är de externa bullerstörningar som genereras vid körning i räfflan (Vadeby, Anund, Björketun, Carlsson 2013).

### 2.1 Mitträffling i Sverige

Mitträffling av tvåfältsvägar är en aktuell åtgärd och satsningen inleddes år 2003. Trafikverket och tidigare Vägverket har sedan dess utvecklat och utvärderat åtgärden mitträffling på tvåfältsvägar. Denna åtgärd ingår sedan år 2012 i krav och råd vägutformning samt i förslag till effektkatalog bygga nytt, bygga om sedan 2013 års versioner (Vägverket 2006).

Resultat från utvärderingsprojektet Säker framkomlighet påvisar goda trafiksäkerhetsresultat avseende mitträffling på tvåfältsvägar. Resultaten från olycksanalyserna påvisar positiva effekter för både singelolyckor och för totala antalet dödade och svårt skadade. Störst positiv effekt är för tvåfältsvägar under 10 meter i vägbredd, där vägar med en vägbredd mindre än 8 meter påvisar bäst resultat och orsakerna till detta är oklara. En förklaring kan vara att större delen av de mitträfflade vägarna med vägbredden 8-10 meter har mycket låga olyckstal i föreperioden och regressionseffekter kan därför misstänkas i utfallet för efterperioden (Vadeby, Anund, Björketun, Carlsson 2013).

Mitträffling på tvåfältsvägar bedöms ge totalt 6 % minskning av dödade och svårt skadade vilket är en minskning i effekt från tidigare 7 % som använts av Trafikverket. Effekterna kan vara större med anledning av omvända

regressionseffekter (Trafikverket 2014d). Fräsning av mitträfflor är en kostnadseffektiv trafiksäkerhetsåtgärd för att bidra till att rädda liv i trafiken (Trafikverket 2014f).

Hur räfflorna kan se ut varierar och det finns idag flera olika lösningar. Dessutom har kvalitén och fräsytan på beläggningen betydelse vid mitträffling. Storleken på fräsytan visar sig av erfarenhet ha inverkan på beläggningsskador, ju mindre fräsyta som används desto mindre beläggningsskador.

I Sverige används två olika typer av räfflor. Det finns den konventionella intermittenta räfflan som heter Målillaräfflan eller den mer sinusformade räfflan med mjuka kanter som heter Sinusräfflan (Anund 2014).

Målillaräfflan har tydliga kanter och en plan yta mellan räfflorna med periodiska mellanrum (Anund 2014). Målillaräfflan är den typ av räffla som började användas i Sverige. Anledningen till namnet Målillaräfflan härstammar från en försökssträcka som gjordes med räfflor i mitten av vägbanan i september år 2003 av Vägverket Produktion. Försökssträckan som omfattade en väglängd på 14 kilometer, var en 9-meters tvåfältsväg på riksväg 34 från Målilla och norrut mot Linköping. Räfflorna utfördes med ett cc avstånd på cirka 1,2 meter. De var 35 centimeter breda, 15 centimeter långa och 1 centimeter djupa (Anund 2005). Nedan visas en bild över en räffla av typen Målillaräfflan.



Figur 1 Målillaräfflan (Svensson 2015)

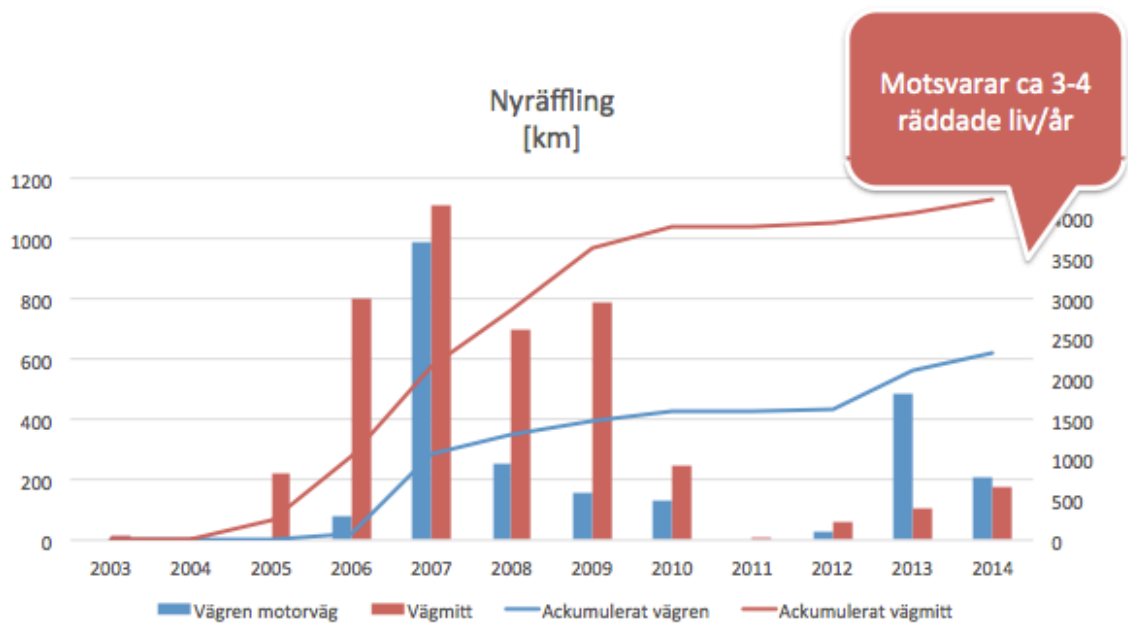


Figur 2 Sinusräfflan (Svensson 2015)

Vid sinusformade räfflor är räfflan vågformad utan en plan yta mellan de nedsänkta räfflorna. Sinusräfflan har uppkommit då den förväntas minska nivån av externt buller och kommer i början från Danmark (Anund 2014).

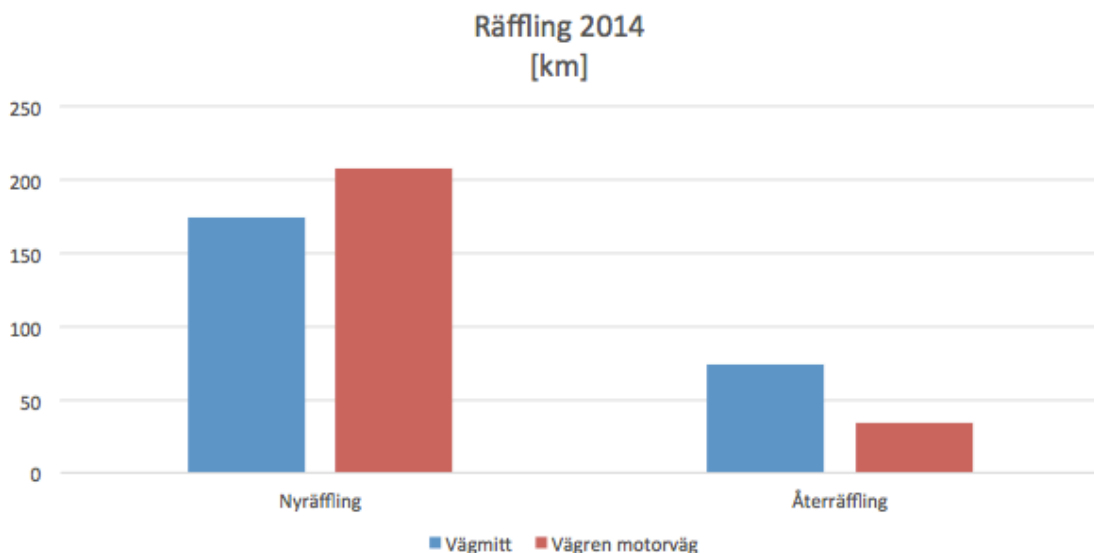
En undersökning gjord av VTI avseende maximalt externt buller visar att den intermittenta räfflan bedöms ge en ökning av externt buller på 2-8 dB(A) och för sinusräfflan är siffran 0,0-4 dB(A). Variationerna i mätresultat är stora för både intermittenta räfflor och för sinusräfflor. Sinusräfflan ger ett mer lågfrekvent buller på mellan 30-40Hz i jämförelse med andra typer av räfflor som ligger mellan ett frekvensintervall på 60-160 Hz högre. När det gäller internt buller så har flertalet studier haft fokus på personbilar där det visar på att internt buller ökar med 13-17 dB(A) för intermittent räffla och för Sinusräfflan en ökning på 1-6 dB(A) (Anund 2014). Vid mitträffling på vägsträckor i Sverige används ett säkerhetsavstånd på 150 meter till randbebyggelse av bullerskäl och mellan 20-30 % av de räfflade vägsträckorna saknar räffling just på grund av detta, där det då gjorts uppehåll i utförandet av räfflingen (Vadeby, Anund, Björketun & Carlsson 2013).

Totalt har 424 mil lång vägsträcka försetts med mitträffling på det statliga vägnätet från år 2003 fram tills år 2014. Diagrammet nedan visar hur utförandet av nyfräsning av mitträfflor i mitten av vägbanan märkbart minskat sedan år 2010 (Trafikverket 2014f).



Figur 3 Utförda volymer år 2014, nyräffling (Trafikverket 2014f)

Idag är mitträffling en del av systemet; så fort en väg ny beläggs och det läggs på en väg som är räfflad så är kravet att det ska återräfflas, alltså att räfflan återställs. Under år 2014 genomfördes nyräffling i vägmitt till en sammanlagd vägsträcka på 175 kilometer och det återräfflades i vägmitt till en sammanlagd vägsträcka på 75 kilometer (Trafikverket 2014f).



Figur 4 Utförda volymer år 2014 av nyräffling & återräffling i vägmitt samt i väggen på motorväg (Trafikverket 2014f)

Objekt som ska räfflas bör inte vara kortare än 10 kilometer. År 2013 användes 12 miljoner kronor på räfflingsåtgärder och för år 2014 låg budgeten även då på 12 miljoner (Wendel 2014).

### 2.1.1 Riktlinjer

År 2014 lämnades det ut speciella riktlinjer från Trafikverket vid fräsning av nya räfflor i tillägg till regelverket VGU. Fräsning av mitträfflor på nya sträckor ska utföras enligt nedanstående prioriteringsordning.

#### 1. Mitträffla typ Målillaräffla

(c/c 60 cm, bredd 30 cm, längd 15 cm, djup 1 cm)

Utförs på tvåfältsvägar med följande krav:

- Hastighet  $\geq 80$  km/h
- Vägbredd  $\geq 7,5$  meter
- ÅDT  $\geq 1500$  fordon/dygn
- Avstånd till bebyggelse 150 meter ur bullersynpunkt

#### 2. Mitträffla typ Sinusräffla

(c/c 60 cm, bredd 30 cm, längd 60 cm, djup 1 cm)

Sinusräffla utförs där andelen räffling av typen Målillaräffla blir för låg ( $< 75\%$ ).

Därtill ska försegling av dessa frästa räfflor alltid utföras. I riktlinjerna framgår det även att planeringen och projekteringen samt rapportering av objekt görs av respektive projektledare. Dessutom ska det göras i samråd med nationell samordnare (Trafikverket 2014f).

### 2.1.2 PMSv3

Trafikverkets verktyg PMSv3 ger information om belagda statliga vägar i Sverige. En sökning i systemet PMSv3 har gjorts enligt följande sökvillkor:

- Vägtyp: vanlig väg
- Hastighet  $\geq 80$  km/h
- Vägbredd  $\geq 7,5$  meter
- ÅDT  $\geq 1500$  fordon/dygn
- Ej vägar med Y1B med risk för dubbelräkning

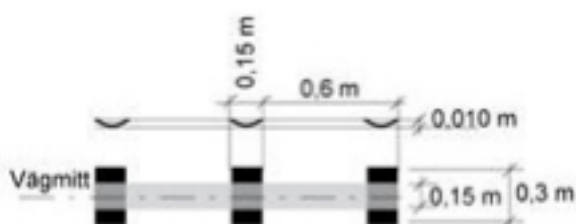
Sökresultatet visar att det enligt ovanstående krav finns cirka 645 mil lång vägsträcka som uppfyller kraven för mitträffling om ingen hänsyn tas till kravet för avstånd till bebyggelse (Trafikverket 2015a). Av de 645 mil har redan 424 mil försetts med mitträffling och det återstår därför en 221 mil lång vägsträcka att räffla enligt verktyget PMSv3.

### 2.1.3 Teknisk beskrivning för utförande av Målillaräfflan och Sinusräfflan

I de tekniska beskrivningarna från Trafikverket tydliggörs det att fräsning av räfflor ska utföras i enlighet med VGU, TRV publikation 2012:179 enligt kapitel 7.3.

Nedan visas olika skisser för utförandekrav på de två olika typerna av räfflor som används vid mitträffling i Sverige, det vill säga Målillaräfflan och Sinusräfflan.

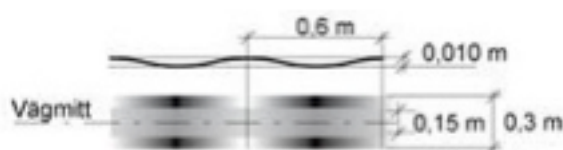
*Typ Målilla, 30 cm bred*



Figur 5 Målillaräffla (Trafikverket 2014f)

Intermittent fräst räffla av typen Målilla med centrumavstånd 60 cm, bredd 30 cm, längd 15 cm och djup 1 cm.

*Typ Sinus, 30 cm bred*



Figur 6 Sinusräffla (Trafikverket 2014f)

Sinusräffla med centrumavstånd 60 cm, bredd 30 cm, längd 60 cm och djup 1 cm.

I VGU står det också att ytor efter fräsning av räfflor samt borttagning av väg- och ytmarkeringar ska förseglas. Denna yta ska då vara rengjord och fri från lösa beståndsdelar innan själva förseglingen utförs. Själva förseglingen ska göras med  $0,4 \text{ kg/m}^2$  och hela fräsytan ska vara täckt i sin helhet med bitumenemulsion.

*"Bitumenemulsion C50 B3-160/220 ska användas och uppfylla krav enligt tabell 2.2.4-1 i "Bitumenbundna lager", version 1.0, TDOK 2013:0529"* (Trafikverket 2014f). Se tabell 1 nedan.



Tabell 1 Specifikationer bitumenemulsioner för klistring, försegling och lagning (Trafikverket 2014c)

Användningsområde			Klistring		Försegling <sup>a)</sup>		Försegling <sup>b)</sup>		Försegling <sup>a)</sup>	
			Försegling		Lagning		Lagning		Lagning	
Emulsionsbeteckning			C 50 B 3 160/220		C 65 B 5 160/220		C 65 B 3 160/220		C 65 B 3 330/430	
Ingående basbitumen			160/220		160/220		160/220		330/430	
Egenskaper emulsion	Metod SS-EN	Enhet	Värde	Klass	Värde	Klass	Värde	Klass	Värde	Klass
Märkbare egenskaper	1425		NR	0	NR	0	NR	0	NR	0
Säddikelpolaritet	1430		Positiv	2	Positiv	2	Positiv	2	Positiv	2
Brytningsvärde	13075-1		50-100	3	120-180	5	50-100	3	50-100	3
Halt återvunnet bindemedel <sup>c)</sup> (genom destillation)	1431	Vikt-%	≥ 48	3	≥ 65	7	≥ 65	7	≥ 65	7
Halt oljedestillat <sup>d)</sup>	1431	Vikt-%	≤ 3,0	3	≤ 3,0	3	≤ 3,0	3	≤ 3,0	3
Utinningstid 2 mm vid 40 °C	12846	Sekunder	15-45	3						
Utinningstid 4 mm vid 40 °C	12846	Sekunder			10-45	6	10-45	6	10-45	6
Återstad efter silning 0,5 mm söl	1429	Vikt-%	≤ 0,1	2	≤ 0,1	2	≤ 0,1	2	≤ 0,1	2
Återstad efter silning (7 dygns lagring) 0,5 mm söl	1429	Vikt-%	≤ 0,1	2	≤ 0,1	2	≤ 0,1	2	≤ 0,1	2
Emulsionsåterstadens egenskaper efter indunstning	13074									
Mjukpunkt	1427	°C	≥ 35	6	≥ 35	6	≥ 35	6	≤ 35	7
Tidigare beteckning			BE50R		BE60M		BE60R		BE60R	

## 2.1.4 Råd och anvisningar

Enligt VGU ska försegling av frästa räfflor alltid utföras och räfflor ska inte användas på närmare avstånd än 150 meter från bostadsbebyggelse.

Belagda tvåfältsvägar ska räfflas i mittlinje om vägens bredd är  $\geq 7,5$  meter och gällande hastighet är  $\geq 80$  km/h. På tvåfältsvägar ska bullerräfflor utformas så att effekten blir liknande den så kallade Pennsylvanieräfflan som används vid vägrensräffling på motorväg och i mittväggren mot räcke.

En alternativ utformning av räfflor kan ske med prägling (tryckning) vid ny beläggning. Utformningen ska då ge liknande effekt som den frästa räfflan (Trafikverket 2012a).

Vidare går det i VGU utläsa att en Sinusräffla bör användas för att på så sätt kunna räffla närmare bebyggelse med hänsyn till bullerstörningar då denna går att räffla närmare bebyggelse än övriga typer. Annars bör räffling inte utföras



närmare än 150 meter från bebyggelse i områden där gränsen för maximala utomhusbuller är 70 dB(A).

Vägar med mitträffling bör ha körfältsbredder  $\geq 3,5$  meter. Minsta körfältsbredd är 3,25 meter vilket förutsätts för en godtagbar linjeföringsstandard enligt VGU (Trafikverket 2012c).

### 2.1.5 Tidigare råd och anvisningar

Nedan listas olika beläggningstyper med rekommendation om lämplighet för fräsning av räfflor enligt tidigare anvisningar:

- Värmebeläggning (repaving, remixing): Tät, används på medel/mycket trafikerade vägar, tunna lager 15-25 millimeter. En ny värmebeläggning bör inte vara något problem med att fräsa.
- Ytbehandling: Tät, tunna lager, går att fräsa. Räfflan bör fräsas i underliggande justeringslager och vara några millimeter djupare för att effekten ska kvarstå.
- Tunnskiktsbeläggning: Korsning mellan ytbehandling/varmassa, används på medel/mycket trafikerade vägar, går att fräsa 10 millimeter i en 20 millimeter TSK. Minimumtjocklek bör vara cirka 20 millimeter.
- ABS: Varmmassa, används på vägar med medel/mycket trafik, stenrik, går att fräsa.
- ABT: Varmmassa, tät. Går att fräsa.
- IM, IMT och JIM: Används främst på mindre låg trafikerade vägar. Denna beläggningstyp är olämplig att fräsa.
- MJOG, MJAB, AEB: Används främst på mindre låg trafikerade vägar. Går att fräsa.

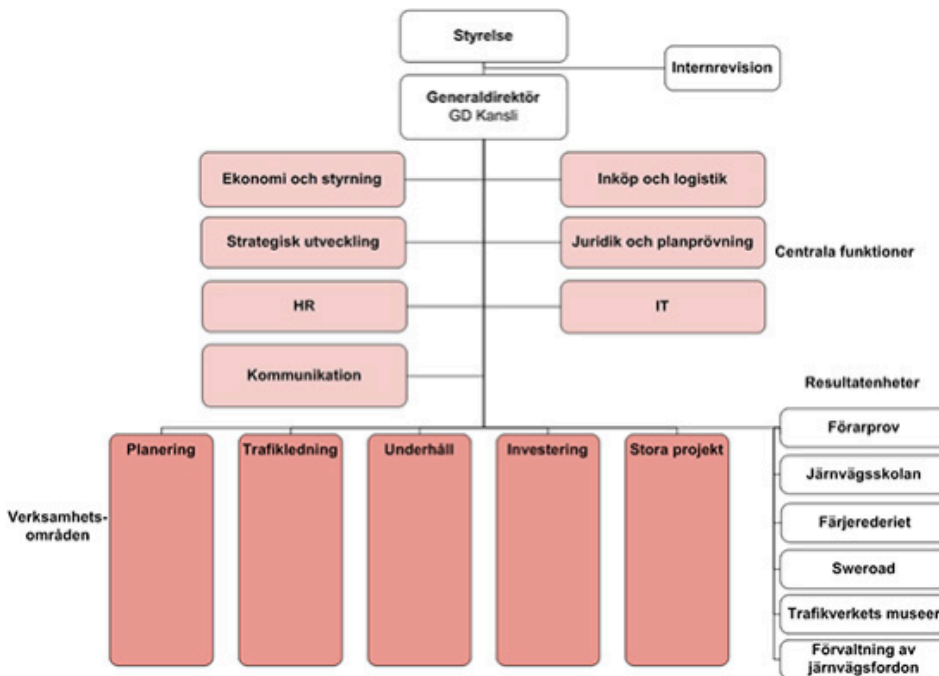
(Vägverket 2006)

### 2.1.6 Trafikverket

Trafikverket bildades den 1 april 2010 och omfattar tidigare Banverket, Vägverket, Rikstrafiken och Rederinämnden samt den långsiktiga planeringen vid Sjöfartsverket och Transportstyrelsen. En del av SIKÅ (statens institut för kommunikationsanalys) finns även på Trafikverket samt att det ingår ett flertal resultatenheter. Myndigheten ansvarar för den långsiktiga planeringen av

transportsystemet gällande väg- och järnvägstrafik, sjöfart, luftfart samt för byggande, drift och underhåll av de statliga vägarna och järnvägarna (Trafikverket 2014a).

Trafikverket är indelat i sju centrala funktioner och i fem verksamhetsområden (Trafikverket 2015b).



Figur 7 Organisationskarta Trafikverket (Trafikverket 2015)

Denna organisationsstruktur förankrades vid årsskiftet 2015 som mål att ge en effektivare planeringsverksamhet. Trafikverkets roll som samhällsutvecklare förväntas därmed bli tydligare. Tidigare verksamhetsområde Samhälle har fått en ny och tydligare uppbyggnad både regionalt och nationellt arbetsmässigt och heter idag istället Planering eftersom huvuduppgifterna är att planera trafik och att planera åtgärder (Trafikverket 2014b).

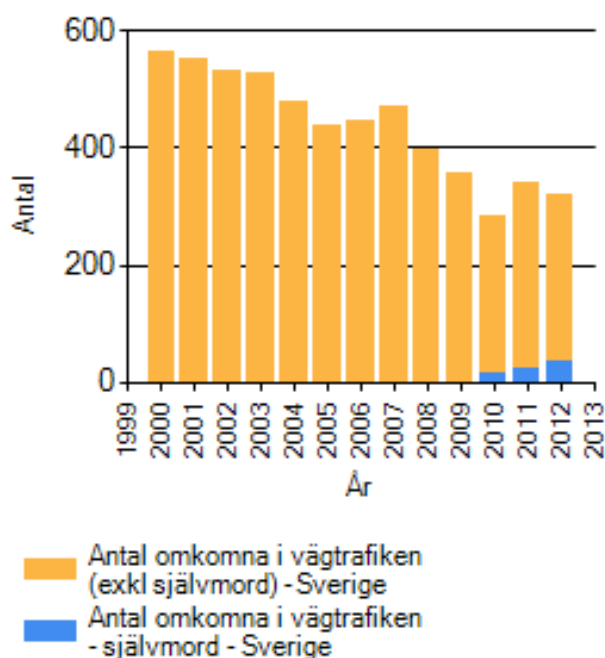
Trafikverkets organisation är indelad i sex stycken distrikt som ansvarar för den regionala verksamheten:

- Region Nord
- Region Mitt
- Region Stockholm
- Region Öst
- Region Väst
- Region Syd

(Trafikverket 2012b)

### 2.1.7 Trafiksäkerhetsmål

Nollvisionen är grunden för trafiksäkerhetsarbetet i Sverige där syftet är att minska antalet döda och skadade i trafiken genom att göra allt för att förhindra att människor ska behöva dö eller skadas allvarligt. Sedan år 2009 finns ett nytt etappmål som riksdagen beslutade vilket innebär att antalet som dör i trafiken år 2020 inte får överskrida 220 personer. Det målet skulle innebära en halvering av antalet omkomna i trafiken från år 2007 till år 2020 (Trafikverket 2013). Sverige särredovisar sedan år 2010 i enlighet med internationell standard självmord i den officiella vägtrafikskadestatistiken (Trafikverket 2011).

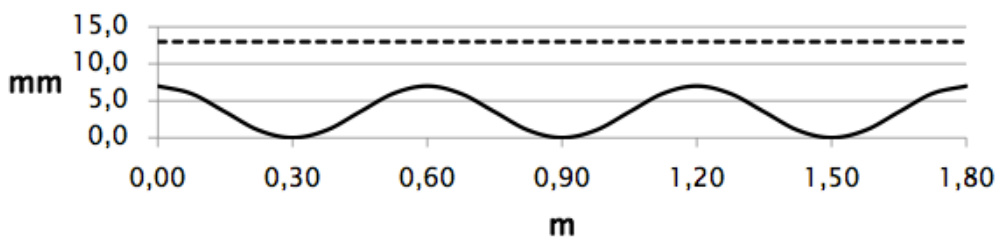


Figur 8 Antalet omkomna inom vägtrafiken i Sverige år 2006-2012 (Trafikverket 2015)

### 2.2 Mitträffling i Norge

I Norge används främsta räfflor i vägbanan i form av mitträffling, kanträffling eller en kombination av de båda i syfte att minska mötes- och utkörkörningsolyckor. Förstärkt vägmarkering i Norge är Sveriges motsvarighet för räffling och innebär att vägmarkeringen är utförd med fräsning i asfalten just för att ge en så kallad förstärkning av själva vägmarkeringen. Förstärkt vägmarkering används på vägar med en hastighetsgräns  $\geq 70$  km/h. Den typ av räffla som rekommenderas och utförs är en nedfräst Sinusräffla. Botten av den nedfrästa Sinusräfflan ligger på 13 millimeter under beläggningsytan och toppen av Sinusräfflan är 6 millimeter under beläggningsytan (Statens vegvesen 2015).

Nedan visas bild på en så kallad nedfräst Sinusräffla som kännetecknas av sin harmoniska svängningsrörelse som går i vågor. Detta är den typ av räffla som rekommenderas i Norge där våglängden är 600 millimeter.

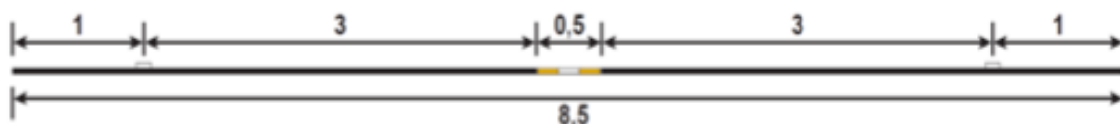


Figur 9 Nedfräst sinusräffla (Giaever 2014)

En nedfräst Sinusräffla ger upphov till lite bullerstörningar utanför fordonet samtidigt som vägmarkeringen ligger skyddad mot mekanisk påverkan och blir mer synlig (Giaever 2014).

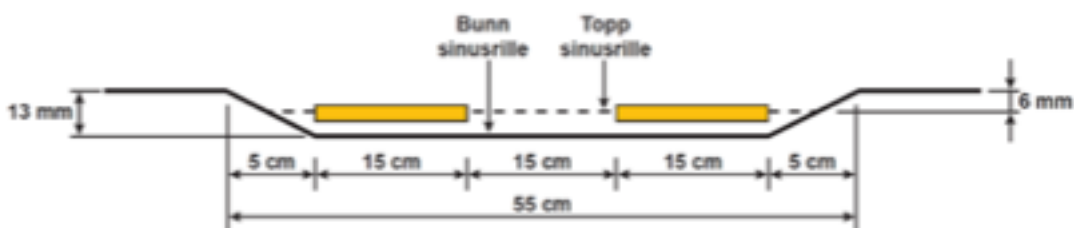
I tunnlar kan sinusräfflan fräsas utan att vara nersänkt. Överstiger den tänkbara gång- och cykeltrafiken längs vägen 50 stycken under ett medeldygn så ska inte mitträffling utföras. Likaså om vägsträckan är en skolväg så ska inte heller mitträffling användas som åtgärd.

Räffling utförs både på nya vägar och befintliga vägar. Då räffling utförs på en nybyggd väg gäller de två tvärprofilerna nedan.



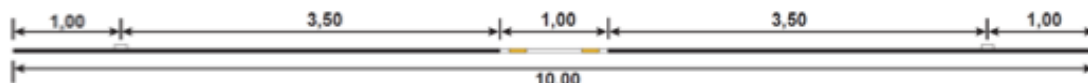
Figur 10 Tvärprofil ny väg 8,5 meter med mitträffling (Statens vegvesen 2015)

Räfflan är 0,5 meter bred på 8,5 meter och har ett 0,55 meter brett frässpår. Nedan visas utformning av frässpåret.

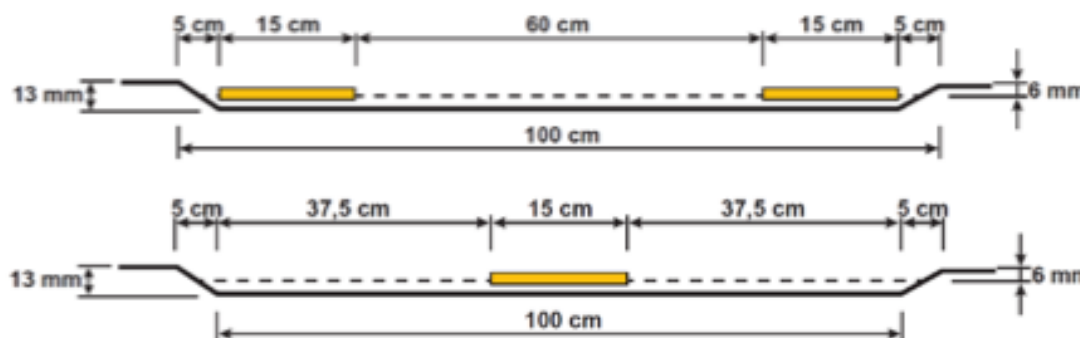


Figur 11 Utformning frässpår 0,55 meter (Statens vegvesen 2015)

På tio meter breda vägar är räfflan 1 meter bred.



Figur 12 Tvärprofil ny väg 10 meter med mitträffling (Statens vegvesen 2015)



Figur 13 Tvärprofil ny väg 10 meter med mitträffling (Statens vegvesen 2015)

I Norge är längsgående vägmarkering som skiljer mötesgående trafik gul, all annan vägmarkering är vit. Följande två bilder illustrerar utformning av räfflan beroende på hur bred räfflan är.

Mitträffling på befintliga vägar utförs på vägar med en vägbredd  $\geq 7,5$  meter. Det förutsätts att vägrenen inte görs smalare än vad den är i ursprungsläge. Där vägbredden är  $\geq 10$  meter är frässpåret 1 meter (se fig.13) och på mindre vägbredder är frässpåret 0,55 meter (se fig.11) (Statens vegvesen 2015).



Figur 14 Tvärprofiler mitträffling befintlig väg (Statens vegvesen 2015)

### 2.3 Mitträffling i Danmark

Räffling i vägbanan har Danmark använt sig av sedan år 2004, då detta infördes. De första räfflornas form och utseende var inte sinusformade utan de utfördes med en bredd på tio centimeter och dessa utfördes vid mitten av vägbanan på var sida om mittlinjen. På grund av bullerstörningar utvecklades

en sinusformad räffla runt år 2006. Sinusräfflan visar sig ge upphov till mindre bullerstörningar utanför fordonet samtidigt som effekten av buller och vibration kvarstår inne i fordonet (Luxenburger Trafiksikkerhed & Vejteknik 2012).

Det finns tre stycken olika typer av sinusräffling i Danmark: Den traditionella Sinusräfflan, nedfräst Sinusräffla och delvis nedfräst Sinusräffla.

Sinusräfflan utförs vanligtvis som en räffla på varje sida om mittlinjen. Botten på Sinusräfflan ska då vara planparallell med beläggningsytan.

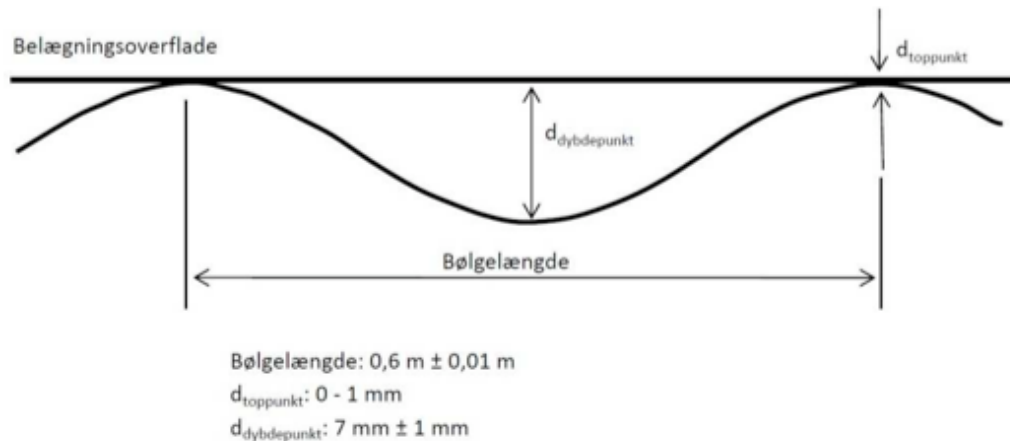
På vägar där det inte finns plats att utföra en traditionell Sinusräffla på varje sida om mittlinjen går det att utföra en Sinusräffla i enlighet med mittlinjen och då görs detta med en bredd på 35 centimeter. Här frångås kravet på att botten ska vara planparallell med beläggningsytan då räfflan hamnar på ”topp punkten” av vägens tvärprofil.

En nedfräst Sinusräffla används också och utförs på samma sätt som den traditionella Sinusräfflan bara det att toppen av Sinusräfflan är nedsänkt ungefär två-tre millimeter under beläggningsytan. Genom att använda sig av en nedsänkt Sinusräffla så kan vägmarkering läggas i räfflan och hamnar då under eller i nivå med beläggningsytan. På detta sätt skyddas vägmarkeringen under vinterunderhållet vid snöröjning. Den delvis nedfrästa Sinusräfflan används vid kanträffling (Vejdirektoratet 2013b).

Räfflorna har oftast en bredd på 25 centimeter men de kan också utföras i bredderna 10, 15 och upp till 35 cm. Bredden 35 centimeter används som tidigare nämnts vid räffling i enlighet med mittlinjen men även vid nedfräst Sinusräffla när räfflan placeras under mittlinjen. Samtliga räfflor bör alltid förseglas för att förhindra nedbrytning (Luxenburger Trafiksikkerhed & Vejteknik 2012).

Sinusräfflor utförs med en längdprofil som en sinusvåg, med en våglängd på 60 centimeter och en amplitud på 3,5 millimeter. Våglängden har en tolerans på  $\pm 1$  centimeter och amplituden har en tolerans på  $\pm 0,5$  millimeter. Sinusräfflor ska utföras inte utföras tätare än 50 millimeter från befintlig vägmarkering (Vejdirektoratet 2013b).

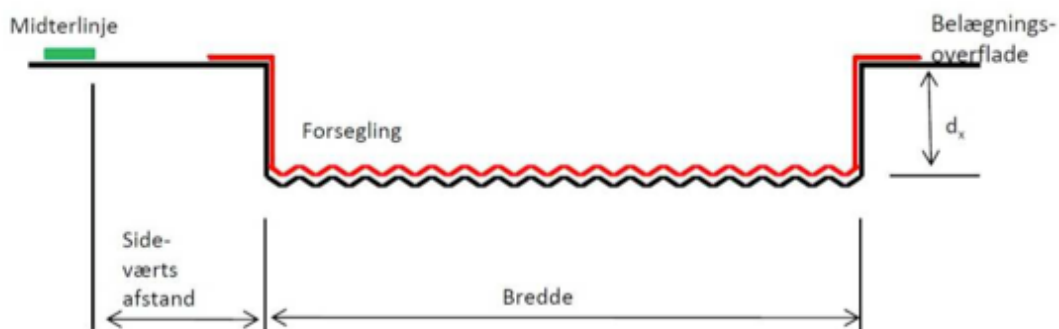
Længdeprofil:



Figur 15 Længdeprofil Sinusræffla (Luxenburger Trafiksikkerhed & Vejteknik 2012)

Bilden ovan visar att höjdskillnaden mellan toppunkt och lågpunkt är 7 millimeter. Ræfflan utförs så att våglängdens toppunkt ligger 0-1 millimeter under beläggningsytan och i och med detta är hela ræfflans längd fräst, även topparna på sinusvågen.

Tværfprofil:



Figur 16 Tværfprofil Sinusræffla (Luxenburger Trafiksikkerhed & Vejteknik 2012)

- Bredd: 0,25 m ± 0,01 m
- Botten är planparallell med beläggningsytan
- Sidor är lodräta
- Linjeavstånd: max 5 mm
- Avstånd till mittlinje min 50 mm
- Oavbruten försegling på botten och sidor

Hänsyn tas till vägbredd, körbredd, trafikanter, vägtyp, beläggning och vägens omgivning när det gäller införandet av ræfflor på vägar i Danmark. För

landsvägar rekommenderas en körbredd på minst 3 meter och motorvägar för såväl höger som vänster körbana 3,5 meter. Kravet på 3 meter för landsväg är bestämt för att möjliggöra räffling på fler vägar, annars är kravet för tvärprofilen 3,25 meter för varje körbana.

Vidare tas det hänsyn till oskyddade trafikanter, och i tabellen nedan går det utläsa olika användningsmöjligheter beroende på hur stor förekomsten är gällande cykeltrafik. Tabellen visar enbart siffror för räfflor vid sidan av vägmarkering, där det är förutsatt ett avstånd på 50 mm som tidigare nämnts (Luxemburger Trafiksikkerhed & Vejteknik 2012).

Tabell 2 Räfflor på landsväg (Luxemburger Trafiksikkerhed & Vejteknik 2012)

### Rumleriller på landeveje

Cykeltrafik	Vejbredde	Kørespor	Rumleriller midt	Rumlerille tv for kantlinie	Rumlerille th for kantlinie (* ved 10 cm kantlinie)
Ingen/forbud/sti, kantbanebredde $\geq 0,5$ m	$\geq 8,2$ m	$\geq 3,6$ m	25 cm	25 cm	15 – 25 cm*
	$\geq 8$ m	$\geq 3,5$ m	25 cm	15 cm	15 – 25 cm*
	$\geq 7,8$ m	$\geq 3,4$ m	15 cm	15 cm	15 - 25 cm*
	$\geq 7,8$ m	$\geq 3,4$ m	25 cm	-	15 - 25 cm*
	$\geq 7,6$ m	$\geq 3,3$ m	25 cm	-	15 - 25 cm*
	$\geq 7,4$ m	$\geq 3,2$ m	15 cm	-	15 - 25 cm*
Få cyklister, kantbanebredde $\geq 0,75$ m	$\geq 8,7$ m	$\geq 3,6$ m	25 cm	25 cm	-
	$\geq 8,5$ m	$\geq 3,5$ m	25 cm	15 cm	-
	$\geq 8,3$ m	$\geq 3,4$ m	15 cm	15 cm	-
	$\geq 8,3$ m	$\geq 3,4$ m	25 cm	-	-
	$\geq 8,1$ m	$\geq 3,3$ m	25 cm	-	-
	$\geq 7,9$ m	$\geq 3,2$ m	15 cm	-	-
Mange cyklister/cykelrute/skolevej Kantbanebredde $\geq 1,2$ m	$\geq 9,6$ m	$\geq 3,6$ m	25 cm	25 cm	-
	$\geq 9,4$ m	$\geq 3,5$ m	25 cm	15 cm	-
	$\geq 9,2$ m	$\geq 3,4$ m	15 cm	15 cm	-
	$\geq 9,2$ m	$\geq 3,4$ m	25 cm	-	-
	$\geq 9$ m	$\geq 3,3$ m	25 cm	-	-
	$\geq 8,8$ m	$\geq 3,2$ m	15 cm	-	-

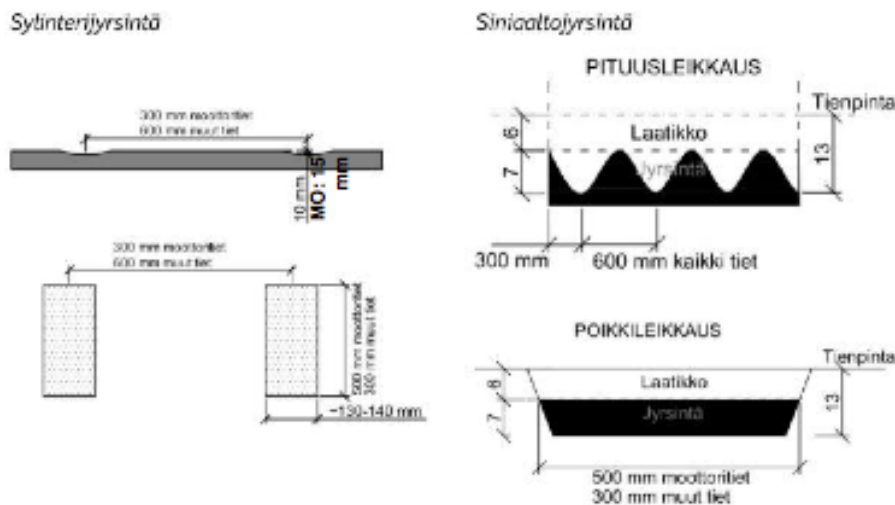
Enligt tabell ovan är det förutsatt en kantbredd på 0,5 meter på vägar utan cykeltrafik och förekommer få cyklister krävs ett utrymme på  $\geq 0,75$  meter som ökar till kravet  $\geq 1,2$  meter om det förekommer många oskyddade trafikanter.



## 2.4 Mitträffling i Finland

Sedan år 2006 har Finland använt räffling som en åtgärd på landets vägar, både mitträffling och kanträffling. Räfflor används på vägar med en hastighetsgräns  $\geq 60$  km/h och med förutsättning att det inte är inom tätbebyggelse. Vid mitträffling är kravet ÅDT  $> 2000$  fordon/dygn för huvudvägar samt ÅDT  $> 3000$  fordon/dygn för regionvägar och vägbredden ska vara  $\geq 7,5$  meter. På vägar som innehar både mitträffling och kanträffling är kravet ÅDT  $> 4000$  för huvudvägar och ÅDT  $> 5000$  för regionvägar och vägbredden ska vara  $\geq 9,5$  meter (Vasama 2014).

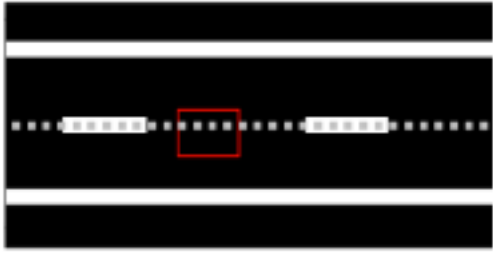
Finland har haft mycket samarbete med Sverige vid införandet av den intermittenta räfflan samt med Norge vid införandet av Sinusräfflan. Sinusräfflan som används är likadan utformad som sinusräfflan i Norge (Anund 2014).



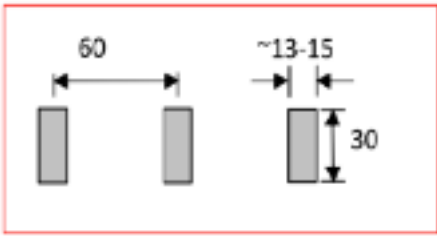
Figur 17 Utformning räfflor (Vasama 2014)

Botten av den nedfrästa sinusräfflan är 13 millimeter under beläggningssytan och toppen av sinusräfflan är 6 millimeter under beläggningssytan med våglängden 600 millimeter.

Finland har under den senaste tiden genomfört försök med breda mittremsor på vägen. På väg 54 mellan Riihimäki och Lahtis har försök gjorts avseende 1 meters mittremsa med cylinderfräsning. Dessutom har våtsynbarhetsprov genomförts av vägmarkeringar, där följande studerats: vanlig markering i en nedfräst räffla, drop on line och trappa. Där påvisar det preliminära resultatet att profilerade vägmarkeringar förbättrar våtsynbarheten jämfört med vanlig vägmarkering i nedfrästa sinusräfflor som inte förbättrar våtsynbarheten (Österman 2014).



tyyppi 1



Figur 18 Cylinderfräsning på mittlinjen (Vasama 2014)

## 3 Resultat

20 respondenter har intervjuats till arbetet. Intervjuer har genomförts med 12 personer på Trafikverket och 8 entreprenörer har intervjuats. Inför varje intervju förklarades själva intervjun, hur den skulle gå till och hur intervjumaterialet skulle behandlas. Användning av diktafon användes efter godkännande av intervjupersonen. Det förklarades att det inspelade materialet enbart var som stöd för egen del och det raderades efter att det transkriberats och analyserats. Då intervjumaterialet har behandlats strikt konfidentiellt så namnges inga personer i resultatredovisningen och det redovisas objektivt.

### 3.1 Sammanfattning av intervjuer med personer på Trafikverket

Inom verksamhetsområdet Underhåll finns sex projektledare för vägmarkering, en i respektive distrikt. Det förekommer att en och samma person är projektledare för både beläggning och vägmarkering. Dessa projektledare väljer varje år ut lämpliga objekt att räffla som uppfyller de kriterier som finns för mitträffling. Dessutom finns en nationell samordnare för vägmarkering som samordnar projektledarna och ska försöka se till att samtliga jobbar på samma sätt; att likadana handlingar, kontrakt och utformningsregler finns. Den nationella samordnaren har de senaste två åren ansvarat för pengarna till nyräffling och fördelat dessa till projektledare för vägmarkering på Underhåll. Projektledarna har fått lämna in önskemål på pengar för objekt som de vill ska nyräfflas. Återräfflingen har projektledare för vägmarkering på Underhåll ansvaret för och kostnaden har gått på deras egen vägmarkeringsbudget.

Nedgången med mitträffling beror till en stor del på att det inte sågs en effekt av räfflingen. Den var tveksam samhällsekonomiskt och dessutom fanns det inga tillskjutna pengar. På senare tid har räfflingen kommit igång och Sinusräfflan är idag en av metoderna som används tillsammans med Målillaräfflan vid mitträffling. Tidigare har det varit upp till varje projektledare att besluta om det ska räfflas eller inte. Genom specifika riktlinjer för fräsning av räfflor har Trafikverket lyckats komma en bit framåt med att mer mitträffling kan bli utförd. Detta har skett genom beslut att fräsa Sinusräfflor där inga uppehåll ska behöva göras vid randbebyggelse. Dock finns det olika åsikter om det ska göras uppehåll vid Sinusräfflan eller inte. Om vägen inte kan få ut mer än 50 % räffling ska det undvikas att räffla överhuvudtaget.

Ett problem har varit den ekonomiska biten. Det är sagt att verksamhetsområdet Underhåll ska underhålla vägen och behålla den i ett visst skick. Ska det läggas nya räfflor på en vägsträcka så förändras standarden på vägen och då är det verksamhetsområdet Planering som ska beställa

förändringarna av vägnätet. Rollerna här emellan och kommunikationen har varit en punkt där det brustit i många år. Ingenting implementeras om det inte ges någon kostnadsersättning för det. Nyräffling anses inte ligga i projektledares för vägmarkering uppdrag då deras underhållsuppdrag är att behålla den befintliga standarden och inte höja den. Dock har verksamhetsområdet Underhåll styrkortsmål att ett visst antal människoliv ska sparas som ger bilden att underhåll ska ansvara för nyräfflingen.

Så länge verksamheten och anslagen inte går i hand med direktiven blir det att anslagen styr. Det är inte tydligt och det råder meningsskiljaktigheter om vilka beläggningar det går räffla i eller inte. Vid en tunnskiktsbeläggning anses stenfraktionen ha en stor betydelse om det kan räfflas eller inte. Är det en mindre stenfraktion än 16 millimeter så bör det undvikas att räffla. Tjockleken har betydelse om det går att räffla eller inte, under 20 millimeter bör det inte utföras några räfflor.

Kritiska punkter är att regelverk och riktlinjer är diffusa vad gäller mitträffling. En sak som är svårt med räfflingen är hur den ska hanteras. Vägbredd, bebyggelse och vägens beskaffenhet är avvägande om det går att utföra mitträffling eller inte.

### **3.2 Intervjuer med personer på Trafikverket**

Det står inte mycket angående mitträffling i VGU vilket påpekas som undermåligt av flera personer på Trafikverket. Flera av de intervjuade anser att det som står inte är särskilt bra skrivet. En del är tolkningsfrågor och är endast i liten utsträckning vägledande för hur de ska jobba. En av de intervjuade påpekar att huvudsaken med VGU är att det måste vara tydligt vad man vill ha. Det anses att kunskapen är så pass stor avseende räffling att det ska kunna vara mer tydligt. Vidare påpekas det att förslag har lämnats in på hur det skulle kunna gå att förändra skrivningarna i VGU när det gäller räfflor. Inspel har gjorts av de som sitter med kunskapen om vad som behövs kompletteras. Regelverket anses heller inte ha omfattat resultatet som framkom i utvecklingsprojektet säker framkomlighet. Här ställs frågan var introduktionen till andra siktbedömningar och frsikter tagit vägen då detta är helt borta i gällande regelverk. Dock menar en av intervjupersonerna att regelverket fungerar och att det inte finns några svårigheter. En av de intervjuade projektledarna för vägmarkering vet inte vad som står i VGU rakt av och kan därför inte kommentera innehållet.

När det gäller mitträffling i olika beläggningstyper så nämns inget av detta i de riktlinjer som finns. Detta är något som flera av de intervjuade på Trafikverket anser att det skulle finnas en klar bild över. Det står endast att det ska finnas på vissa typer av vägar men inte när det ska utföras. Det som förklaras bör

finnas med är tydligare riktlinjer för fräsning av räfflor i tunnskiktbeläggning. Det poängteras också att det måste finnas en dialog med beläggarna angående om det är lämpligt att fräsa räfflor eller inte. Det anses överlag inte finnas klara direktiv utan det är trevande med räfflingen.

De intervjuade anser att mitträffling är en bra trafiksäkerhetshöjandesåtgärd. På rätt väg med rätt förutsättningar är det en bra åtgärd. Görs det i fel läge ur vägens tekniska synvinkel kan det medföra problem. De projektledare som jobbar med vägmarkering och räffling på Underhåll sitter med kontrakten och utför det. Det är framförallt projektledare som ansvarar för beläggningen som inte gillar det eftersom det är en åtgärd i beläggningen och det blir ett sår. Detta kan bli en skada om det inte utförs det ordentligt. Det påpekas dock att räffling har fått mer förståelse från beläggarna. De är inte förtjusta i det men samtidigt vet de vad projektledare för vägmarkering har för krav. Samarbetet mellan projektledarna för vägmarkering och beläggning fungerar bra och det betonas att det är jätteviktigt att det fungerar dem emellan. Projektledare för vägmarkering måste veta vilka beläggningsåtgärder det är och planera utifrån det om det finns möjlighet att räffla. Fås detta i tid så går det att planera. En av de intervjuade påpekar att räffling alltid bidrar till ökade underhållskostnader på olika sätt och i olika omfattning men att det är en kostnad som får tas för att spara människoliv. Vissa menar att vägens livslängd inte påverkas av mitträfflingen medan andra påpekar att vägens livslängd förkortas när det görs en mekanisk påverkan hur liten den än är.

När det gäller mitträffling på tvåfältsvägar är kravet idag att det ska utföras mitträffling då på sådana vägar som har en hastighet  $\geq 80$  km/h samt som har en vägbredd  $\geq 7,5$  meter. Det som förklaras vara ett av de största problemen för att inte ny mitträffling utförs är att många vägar är för smala, vägbredden saknas oftast. Det finns en del tvåfältsvägar som har hastigheten 80 km/h eller 90 km/h men som endast är 6,5 meter eller 7 meter breda. Görs en räffla där så ligger mycket av trafiken hela tiden i räfflan, det blir ett bullerproblem framförallt när trafiken kör i räfflan samt att räfflan slits. Är det mycket tung trafik som går på vägen så innebär det att de kör i räfflan hela tiden och då blir det ännu mer bullerproblem. När det räfflas kan även trafiken bli tvingad längre ut i sidled mot kanterna där det kan vara sämre bärighet beroende på hur vägen är byggd. Likaså kan det bli mer spårbunden trafik som ger ökat slitage och underhållsbehov när trafiken använder en mindre yta av den totala ytan att köra på. Det är ett stort problem med just boende längs med vägarna och det ser olika ut i landet. Skåne har exempelvis framförallt ett stort problem att få ut så många meter räfflor som önskas då det är väldigt mycket tätbebyggelse. Är det mycket fastigheter på en sträcka så blir det inte mycket räfflat och blir det för lite räfflat (mindre än 50 %) så räfflas det inte alls är det sagt. Sinusräfflan används sedan en tid tillbaka och det nya beslutet har

medfört att mer räfflor kan utföras utan uppehåll för bebyggelse. Om det är en sträcka som ska räfflas ska det enligt riktlinjerna sedan år 2014 i första hand göras en Målillaräffla och är sträckan (den sträcka som går att räffla) mindre än 75 % så ska det utföras räffla med Sinus istället, vilket också har gjorts mestadels.

Ytterligare en viktig sak till varför det inte räfflas på vissa ställen är när både hastigheten finns på sträckan och vägbredden finns men att det sedan är valet av beläggningstyp som brister. Beläggningen är ett hinder och det är olika i landet vilka beläggningstyper som det anses kunna utföras frästa räfflor på. Ofta är problemet att det är gamla beläggningar och då utförts inte räffling. Sedan är det väldigt många tvåfältsvägar som under 2000-talet byggts om till mötesfria vägar, 2+1 vägar, som varit tillgängliga för mitträffling men dessa räfflingsbitar har då försvunnit. Vilket resulterat i ett minskat mitträfflingsbehov i samband med att det valdes att utföra 2+1 vägar. Det går inte att räffla en väg endast för att viljan finns utan det måste även gå utifrån kriterierna som finns också vilket är dilemmat i dagsläget. Det påpekas att det inte har funnits några klara direktiv och regler för hur det ska utformas så har många nog hellre avstått och inte räfflat.

Ett hinder är och har varit Målillaräfflan med krav att inte räffla närmare än 150 meter från bebyggelse. Det gör att det på många sträckor blir så lite räffling att hela sträckan stryks. Det påpekas att om det är så mycket bebyggelse att det blir mindre än 50 % av sträckan som kan räfflas, då räfflas det inte alls. Där betonas det att projektledaren tidigare kanske har lagt sig på den säkra sidan också och dragit ut dessa 150 meter lite. Sedan 2014 och riktlinjerna som kom är detta problem avhjälpt då krav på att Sinusräfflan ska utföras istället där andelen Målillaräffla blir för liten.

Samtliga intervjuade är väldigt positiva till Sinusräfflan och majoriteten förespråkar denna. Det var först år 2014 som riktlinjer kom att det skulle utföras Sinusräffling, innan dess var det i stort sett olika projektledare som provade sig fram. Fördelen är att 100 % av vägsträckan går att lägga och att det genereras mindre buller och på detta sätt går en större andel räffling att utföras. Annars måste det göras uppehåll på många ställen vid räffling av typ Målillaräfflan.

Flera anser att Målillaräfflan inte ska utföras överhuvudtaget, att det är helt fel metod. En förklaring är att det finns en anledning till att mitträffling görs och då ska det också vara på hela sträckan. Det betonas att det i grannländerna till Sverige fungerar att enbart köra Sinusräffling och att det borde fungera i Sverige också. Flera anser det vara oförståeligt att Sverige inte kört mer av Sinusräffling tidigare såsom grannländerna gjort.

På frågan på om Sverige skulle gått över till en typ av räffla ges svaret Sinusräfflan övervägande. Målillaräfflan har en högre effekt men på grund av ljudnivån så går det inte använda den överallt. Någon betonar att Sinusräfflan förespråkas om det går att påvisa att den kan räfflas överallt. Måste det ändå göras uppehåll för bebyggelse för en Sinusräffla så tycks det lika gärna gå bra att använda en Målillaräffla med högre effekt.

Det skiljer sig projektledare för vägmarkering emellan om det har gjorts uppehåll vid Sinusräffling eller inte. Vissa har inga objekt med Sinusräffling utan uppehåll, har det utförts Sinusräffla så har detta körts 100 % av vägsträckan. Flertalet anser att det inte behövs göras uppehåll vid denna metod. Dock finns det de som påpekar att uppehåll gjorts även vid denna metod men att det ändå inte behövs göras lika mycket uppehåll som vid Målillaräfflan. Uppehåll har då gjorts där hus legat väldigt nära vägen. En av projektledarna betonar dock att denna alltid väljer att göra uppehåll oavsett om det är Sinusräffla eller Målillaräffla. Flera ställer sig frågan varför det ska vara uppehåll till fastigheter vid Sinusräffling när inte grannländerna behöver det. Det påpekas att grannländerna inte förstår varför Sverige gör uppehåll på Sinusräfflan. Flera projektledare påpekar att de har dragit förbi fastigheter utan att göra uppehåll och utan klagomål på att Sinusräfflan är störande. Det är oklart då en del säger att Sinus går köra kontinuerligt och inte andra, direktiven är otydliga. Inget uppehåll ska utföras enligt riktlinje men det har ändå gjorts och i regelverket står det att det ska vara ett avstånd mot bebyggelse vid Sinusräfflan.

Det har hänt att Trafikverket har fått asfaltera om ett par sträckor med Sinusräffling, vilket är unikt, som har plockats bort efter klagomål. Exempelvis utanför Sjöbo där det blev det klagomål trots att en Sinusräffla valdes.

Betoning görs av flera att Sinusräffling inte är utfört i så stor utsträckning då det var först på senare tid det har kommit tydliga riktlinjer att det ska utföras där andelen Målillaräffla blir för låg. Där det gjorts Sinusräffling har det fallit bra ut och oftast gett ett lyckat resultat oftast. I många regioner görs väldigt mycket Sinusräffling just på grund av att det blir alldeles för lite räfflat annars, det blir för mycket uppehåll som då gör att det inte alls är värt att räffla. Att lägga exempelvis Målilla 30-40 % av sträckan är inget bra betonar en projektledare eftersom det är en trafiksäkerhetsåtgärd och görs detta ställs frågan vad som då uppnås.

Att Sinusräfflan inte räfflats i Skåne tidigare är för att den inte har varit godkänd i syd överhuvudtaget förut, den accepterades inte som en metod. Den gamla trafikledningen tog beslutet att den inte fick användas i Skåne och det

har varit varierande på många ställen i Sverige. Det påpekas av en projektledare vara svårt att göra förändringar allmänt i länet då de är väldigt traditionsbundna i Skåne. I Skåne har det räfflats oerhört mycket jämfört med övriga landet mellan år 2006-2009, då räfflades det så mycket det bara gick att räffla. Inställningen har varit tveksam till Sinusräfflan och dess effekt har diskuterats. Trafikverket har stöttat sig på en rapport som visade att den hade ingen eller obetydlig effekt och då var det pengar i sjön och ingen idé att utföra den ansågs det. Mätningar har efteråt visat att den visst har effekt, lägre effekt än Målillaräfflan men inte så dålig att den inte ska utföras. Det påpekas även att det genomförts utredningar i Danmark och Norge som visar betydligt mer effekt av Sinusräfflan.

Vissa har valt att inte kombinera Sinus- och Målillaräfflan. Andra har vid återräffling och om det tidigare legat en målilla gjort ett byte till Sinusräfflan istället. Just av anledningen att slippa de långa uppehållen och få mer räffling utförd på sikt. På sikt utökar längden på Sinusräfflan när nästa del av vägsträckan ska nybeläggas.

När mitträffling påbörjades att utföras fanns det riktade pengar. Det var då anslagsfinansierat för att räffling skulle utföras. År 2009 när detta försvann så gavs ingen kompensation för att det skulle in i den ordinarie verksamheten, den kostnadsökningen som blev gavs det ingen kompensation för. Det är på senare tid kompensation för nyräffling getts ut till verksamhetsområde Underhåll. Kostnaden för återräffling ligger idag hos Underhåll och pengarna för återräffling går på varje projektledares egen budget för vägmarkering. Återräfflingen vid nybeläggning räknas med i kalkylen när planering görs. Ansvar för återräffling ligger hos projektledare för vägmarkering inom verksamhetsområde Underhåll som tittar på de sträckor som ska nybeläggas om det är möjligt att räffla.

Det betonas av flera att om det blir mycket återräffling i ett län ett år så blir det inte lika mycket kompletterat av vägmarkeringslinjerna. Vägmarkeringen blir mindre åtgärdad och det ser flera väldigt projektledare för vägmarkering allvarligt på. De har fått ansvaret för återräffling men anser att det också borde komma medel till det. Det anses olyckligt att pengarna för återräffling går på vägmarkeringsbudgeten.

En del anser att standarden på vägmarkeringen har försämrats och att återräfflingen är en del som har bidragit till detta. Återräfflingen utförs trots detta naturligtvis eftersom det ligger på vägmarkeringsbudgeten. De åren som har varit så betonar en av de intervjuade projektledarna för vägmarkering att det kommit mer kundärenden på att det är dålig vägmarkering och instämmer. Ekonomin anses inte tillräcklig för att komplettera upp till den standard som



det ska vara vilket är illa. Vidare betonas att det väljs billigare material för vägmarkeringen och det får kämpas för att behålla den standarden som finns.

De senaste åren har särskilda medel funnits för nyräffling. En speciell nationell budget för nyräffling har funnits både för år 2013 och år 2014. Varje projektledare för vägmarkering har fått skicka in önskemål till den nationella samordnaren för vägmarkering underhåll om hur många objekt som finns lämpliga och tillgängliga att fräsa och då ansökt om en viss summa pengar för att kunna utföra denna nyräffling. Dock betonar en av projektledarna att pengarna kom ganska sent år 2013 så det var svårt att nyttja dessa om det inte fanns med i planen att räfflas. Även för i år 2015 finns en summa pengar (10 miljoner) som ska gå till nyräffling vilket återigen projektledarna får ansöka om. Likaså kommer en riktlinje för räffling skickas ut även i år.

Projektledare för vägmarkering anser att det bör fortsätta komma en speciell budget för nyräffling. Betalar ingen för nyräffling så utförs den inte. Budgeten bör heller inte minskas så att det sker en försämring i möjlighet för att utföra ny mitträffling. De tillförda pengarna för nyräffling har varit Underhålls egna pengar. Sen hur dessa pengar kom dit i första hand längre upp i leden, om det varit Samhällspengar eller inte har ingen av de intervjuade kunnat ge svar på.

Grunden är att Planering ska beställa räfflan då det är gett att detta ska göras. Tanken var nog att ge underhåll i uppgift att ta fram kandidater eller behov och utifrån den listan så beställer Planering. Det är detta som har varit otydligt tidigare. Om detta görs har varit olika och detta har varit en brist som gjort att räfflor inte utförts. Själva underhållsrollen och samhällsrollen har varit otydlig. Det har dels varit missförstånd mellan varandra, dels inte velat förstå varandra. Några år tillbaka mellan 2010-2011 då utfördes ingen räffling alls. Det handlade inte om att det inte fanns några vägar att räffla utan det handlade om att de inte var överens om vilket verksamhetsområde som skulle betala. Möte ska hållas för att diskutera sådana saker (om Planering ska beställa) och detta kommer förhoppnings bli tydligare framöver. Det påpekas exempelvis att det skedde två dödsolyckor år 2014 på en vägsträcka i Värmland som enligt VGU uppfyller alla kriterier för att räfflas men som inte är inte räfflad. Detta startar frågeställningen varför det inte var räfflat och vad det finns för metodik och riktlinjer. Det konstaterar att det saknas tydligare riktlinjer och att de riktlinjer som finns inte efterföljs. Det har kommit upp till ytan på Trafikverket men det anses vara beklagligt att det ska vara en dödsolycka som förorsakar det. Detta är något som förhoppningsvis ska tydliggöras. Den nationella samordnaren för vägmarkering Underhåll har ansvarat och styrt pengarna för att göra nya räfflor där det endast läggs ny asfalt. Det som har varit otydligt tidigare är att Underhåll har suttit och väntat på en beställning och den ekonomiska frågan vem som ska betala räfflingen har bromsat att det inte gjorts någonting.

Det anses vara både för och nackdelar med hur ansvaret ligger idag. Någon anser att Planering borde ha hand om kostnaden för all räffling och ge pengar för återräffling till verksamhetsområde Underhåll. En annan påpekar att ansvaret ligger rätt då Planering har lite mer vågskålar och betonar att det hänger ihop med hastighetsbestämmelser och olycksstatistiken. Det är fler involverade i ett sådant beslut vid nyräffling. En projektledare för vägmarkering betonar att de absolut vill ha hand om räfflingen för annars är de rädda för att det inte kommer stämma överens med vägmarkeringen. Möjligheten att projektledare för vägmarkering kommer med förslag till planering på nyräffling finns och har även inträffat. Det utförts vägmarkering även på investering men det är inte alls i samma utsträckning. Där sitter det specialister på teknik och miljö och som äger regelverken men de på underhåll är med och tar fram det.

Flera påpekar att det idag är mycket som är räfflat på vägnätet och att det inte finns så mycket potential för nyräffling på befintligt vägnät. Problemet är att det nästan inte finns så många vägar att komma åt för mitträffling. Det anses ha täckts upp bra med mitträffling och att det som satsats på senare år är vägrensräfflingen där möjlighet finns att utföra det. Några av de intervjuade är förvånade över problemställningen att mitträffling inte utförs i önskad omfattning. De anser att det genomförs i den omfattning som det går att göra och har inte alls den uppfattningen. Det påpekas att det räfflas på allt som de kan räffla på enligt de kriterier som finns med vissa undantag för ytbeläggningar eller vid för tunna tunnskiktbeläggningar. Uppfattningen är att det absolut räfflas i den omfattningen som det ska göras men att den uppfattningen kanske inte gäller för hela landet utan enbart i ett specifikt distrikt. Flertalet av projektledarna för vägmarkering anser att de räfflat ganska bra i det stora hela.

Det går att fräsa i äldre beläggningar men det ska inte fräsas räfflor i beläggningar som är äldre än sex eller sju år. En dialog förs ständigt med beläggarna om det är lämpligt att räffla vägen beroende på vägens tillstånd. Är det krackeleringar i vägen exempelvis så utförs räffling inte, då skadas vägen mer än det hjälper med mitträffling. När mitträffling påbörjades att utföras gjordes detta i äldre beläggningar vilka gick i sönder och därför är man idag mer försiktig.

Öppna (stenrika) beläggningar är mer känsliga att fräsa räfflor i än täta beläggningar. Är det stenrika beläggningar kan mitträfflingen falla på grund av det så att det inte blir utfört. Det påpekas av en av de intervjuade att det egentligen har provats i hela landet att fräsa i stort sett alla beläggningstyper och att det har fungerat. Det har möjligtvis inte fungerat på något ställe men då

har det nog inte utförts rätt. Vidare betonas det att om det utförs rätt så går det nog räffla i stort sett alla beläggningar, förutom vägar med ytbehandling. Vissa har utfört mitträffling på vägar med ytbehandling och andra inte av de intervjuade projektledarna för vägmarkering. Ytbehandling är en billigare version utav ett tätskikt på beläggningsytan och oftast har räfflan inte gjorts djupare än tio millimeter, samma djup som standardräfflan. I några fall har den gjorts djupare, cirka två millimeter för att komma upp i det mått som räfflan vanligtvis har. Det påpekas att det är svårt att veta om det är två millimeter djupare som utförts när räfflan gjorts djupare då det kan skilja mellan åtta-tio millimeter när en räffla görs, att sådan precision inte finns. En projektledare betonar att då vetskapen finns att det ska göras en ytbehandling så räfflas lite djupare så totalt 11-12 millimeter djup räffla. Dock anser några att det inte ska behövas gå djupare i en ytbehandling.

När det gäller effekten anser flera att det blir bra och samma effekt erhålls. Vissa anser att det inte blir samma effekt men att det fungerar och blir en liten effekt. Det blir inte samma kanter på räfflan utan räfflan jämnas ut mer men det anses vara bättre än ingenting. Några betonar att det går att fräsa i vägar med ytbehandling men att konsekvenserna kan bli förödande.

En av projektledarna påpekar att det beror på ytbehandlingen, vilken stenfraktion som används om det kan utföras eller inte. Exempelvis en 8-11, 4-8, 8-16 eller en 8-11 med överstenstorlek på ytbehandlingen, beroende på detta kan räfflan fyllas igen. En ren siktad med inte så mycket översten 4-8 eller en 8-11 rekommenderas då kan räfflan bli bra. Är det så att det är för stora fraktioner så väljer denna att inte räffla.

Ingen sägs ha utfört en Sinusräffla på vägar med ytbehandling enbart Målillaräffla för att den har störst effekt, exempelvis på väg 45. Det påpekas att det går lika bra att lägga Sinusräffla som Målillaräffla i ytbehandling samtidigt som det påpekas att Sinusräfflan bör undvikas. Någon menar att risken att räfflan blir ifylld alltid finns oavsett. Det betonas att det inte går att fräsa räfflor när ytbehandlingen är gjord men före beläggningsåtgärden går bra. Det påpekas att om räfflan görs efteråt så skrapas det enbart på ytan så att stenfraktionen fräses bort helt och räfflan blir inte bra överhuvudtaget.

Vad gäller mitträffling i vägar med tunnskiktsbeläggning anser några att det definitivt inte ska utföras då det är en åtgärd för slitaget och risken är att man får större skador som inte behärskas. Uppkommer stensläpp så har vägen förstörts till ett större värde än vad räfflans effekt tillför. En betonar att Trafikverket i så fall får vara beredda på en ökad kostnad på beläggningsunderhållet om det ska göras för att reparera de ytskador som kan uppstå. Tunnskiktsbeläggning kommer som tidigare nämnt mer och mer vilket är ett dilemma och är inte till gagn för mitträfflingen såvida det inte kommer

riktlinjer att det skall fräsas i en sådan beläggning. Många har utfört mitträffling i tunnskiktbeläggningar med gott resultat, det viktigaste är att det förseglas efteråt.

Några påpekar dock att man måste tänka sig för och ha en dialog med beläggarna samt även titta på helheten på kostnaderna för att underhålla vägen efteråt. Det betonas att ingen mitträffling bör utföras på tunnskiktsbeläggningar med en tjocklek under 20 millimeter. Det måste begränsas om det är för tunt, så länge rätt tjocklek finns går det att räffla. Går det igenom hela lagret med TSK och ner i underliggande lagret är det svårt med vidhäftningen oavsett hur bra det än förseglas. Då riskeras att mellanliggande ytor där räfflan är släpper. Det finns olika varianter på tunnskiktsbeläggningar och de flesta påpekar att det ska vara en viss stenfraktion, att det måste vara minst 16 millimeter sten för att det ska vara okej att räffla. Om det är 11 millimeter sten går det inte för då finns risken att det går igenom beläggningen och ner till understa lagret vilket gör skadan större. Håller man sig till dessa mått och inte fräser för djupt och förseglar ordentligt så ska det inte uppkomma skador. Sen har det att göra med hur gamla beläggningarna är om projektledaren vågar ta risken att räffla. Om det är en sten som börjar släppa så tränger vatten in och skador är ett faktum.

På grund av stenfraktionen har vissa objekt inte blivit utförda med mitträffling och förra året var det exempelvis några objekt som fick strykas. Beroende på entreprenör och vilken stenstorlek som valts när det upphandlats som funktion så har vägen varit lämplig för mitträffling men entreprenören som fått kontraktet har då valt 11 millimeter sten och räfflingen har varit tvunget att strykas.

Det betonas att i många fall så styr projektledare för beläggning vilken tjocklek det ska vara. Ofta vill de göra TSK 11 millimeter eftersom det är kostnadseffektivt men när detta inte går då det ska räfflas måste en annan åtgärd väljas som är dyrare. Vilket gör det mer kostnadsdrivande, förutom omkostnaden för själva räfflan får det läggas ett tjockare beläggningsslager som kostar mer pengar och drar mer energi. Det är en avvägning som får göras från fall till fall. När det lämnas ut det på totalentreprenad eller funktion så är det klart att de väljer så tunt som de kan beroende på vilken livslängd det ska hålla. Det har diskuterats att det kanske ska ligga med i beläggningskontraktet och det har det också gjorts i några områden i landet. Detta försöktes exempelvis förra året, att i beläggningskontrakten beskriva att en vägsträcka som upphandlades med funktionskrav, att den kommer räfflas enligt VGU. Då valde beläggningsslagret en viss beläggningstyp som inte tål att räfflas i eftersom den var för tunn. Börjar det räfflas i en sådan så riskeras det att den går sönder. Det slutade med att Trafikverket fick backa och det blev ingen

räffling på en vägsträcka på cirka 15 kilometer. Sträckan uppfyllde alla kriterier men det lades en för tunn beläggning och då gick det inte räffla. Läggs det med att det ska räfflas i beläggarens åtagande hade de fått välja beläggning därefter. Antingen tror de att det går att räffla i en tunn beläggning eller så tar de en tjockare beläggning för att klara räfflingen också. En projektledare tror det blir bättre om det ligger i beläggningsupphandlingen direkt i framtiden och inte som det gör nu att det ligger på vägmarkering.

Ofta är det samma entreprenör som utför både mitträffling och vägmarkering. Det anses vara praktiskt att det är en och samma entreprenör som sköter de stegen i kedjan. En projektledare anser att det blir bäst resultat då. Gränsdragningen gällande ansvarsfördelning och garantiåtagande anses inte vara ett stort problem om det uppkommer skador. Det vill säga om en entreprenör utför själva beläggningsarbetet och sedan utför en annan entreprenör mitträfflingen samt vägmarkering och det senare uppkommer skador. Dock påpekas det att om räfflingen ligger i beläggningskontrakten kanske denna gränsdragning i garanti vid eventuella skador kan undvikas.

En projektledare betonar att tunnskiktsbeläggning inte är några problem att fräsa i utan det som hindrar är ytbehandlingen. Sedan finns även MJOG och MJAG, en del mjukgjorda asfalt/grusmassor som inte är det bästa att fräsa i. Dessa beläggningar är formbara och är lite rörligare vilka ofta läggs där det är risk för tjäle. Någon projektledare har utfört själva förseglingen av räfflor på vägar med tunnskiktsbeläggning med små stenar i så att läggs som ett plåster. Detta betonas att det görs om det befaras att beläggningen är dålig eller om man är rädd för skador.

Det påpekas att det skulle behöva göras en rejäl utredning om vilka beläggningstyper som går att räffla. Den informella listan som finns på vilka beläggningstyper man kan räffla eller inte, den är ju bara framtagen på grund av tyckande. En undersökning eller analys där det klargörs egentligen vilka beläggningstyper man kan räffla i eller vilka man inte kan.

Utifrån typ av beläggning fås ekonomiska bidrag och därför väljs gärna ytbehandlingen eller väljs en tunnskiktsbeläggning. Tidigare har ytbehandlingen lagts på vägar med någorlunda lite trafik men idag ytbehandlas vägar mer och mer, samt på vägar högre upp i ÅDT vilket hela tiden stiger. Det ges ut styrdirektiv på hur mycket av varje beläggning som ska läggas och det har framförallt varit ytbehandling då det är en kostnadseffektiv beläggning. Åtgärdsnyckeln blir större då fler vägar kan åtgärdas. En riktlinje är det ur beläggningssynpunkt, vad som är optimalt beläggningsunderhåll och effektivast, och efter anslagen väljs en åtgärd utifrån den biten. Det betonas att när det senare ska göras räfflingsåtgärder blir det egendomligt då det ska

räfflas på något som inte är optimalt och detta går emot varandra. Ju bättre metoden för ytbehandling blir, desto högre ÅDT kan det användas till. Stenskottsriskerna finns men samtidigt blir det en räffla som håller betydligt längre då den blir rejält förseglad. På beläggningssidan har det varit problem med äldre beläggningar. I de fall då det tänks till från början om det ska vara en räffla på vägen och det väljs en beläggningstyp som passar till det så blir det oftast väldigt bra. Resultatet blir en fullt fungerande räffla som fyller sin funktion. Är det en gammal beläggning där en räffla väljs som trafiksäkerhetshöjande åtgärd där så släpper det mellan groparna vilket gör att det blir skador på vägen. Det blir kostsamt att åka dit och laga och vägens estetiska utseende försämras. Räfflan tappar effekten samtidigt som andra trafikproblem med löst material på vägen uppstår.

Längre underhållsbeläggningar än tio kilometer bör förändras anses några, det håller inte riktigt. Vissa följer detta strikt och andra inte. Det påpekas att det inte går att utföra räfflingen enbart på sträckor över en mil för då kommer räfflingen aldrig igång. Säg att en vägsträcka är tre mil och att det inte finns någon räffling, ska det läggas åtta kilometer då gör projektledarna som så att de räfflar. Någon anser att det inte är ett hinder utan att det är en bra referens att förhålla sig till, att det inte fungerar att utföra små sträckor överallt. Då blir det ingen homogenitet i räfflingen. En annan påpekar att det verkar som om Trafikverket inte vill få mitträffling utförd. Projektledarna på vägmarkering har alltid kontakt med beläggningsansvarig. Alternativet är att vänta tills hela sträckan är gjord och det kan ta en väldigt lång tid. Då kan det plötsligt vara så att eventuellt första delen är för gammal. Sträckan på tio kilometer handlar om lönsamhet då mindre objekt blir för dyra att räffla. Dock betonas det att grundtanken från början att det skulle ske längre sträckor egentligen var för att det skulle vara enkelt för uppföljning.

Själva förseglingen är viktig, detta betonas av samtliga intervjuade. Så fort det görs ett sår i beläggningen så måste det förseglas. Då en väg räfflas så kommer stenmaterial upp och ett stenmaterial kan suga åt sig vatten och då finns möjlighet för frostsprängningar. Detta är ett problem för alla typer räfflor, stillastående vatten som kan tränga ner och orsaka skador. Det ska alltid förseglas så att hela ytan som räfflats blir förseglad och täts till ordentligt. Det är viktigt att det sopas rent bra innan förseglingen annars ligger förseglingen på det lösa gruset och då fäster det inte. Där det inte förseglats ordentligt efteråt det är där skador uppstår. Även ett problem kan vara att beläggarna inte förseglat beläggningsskarven ordentligt. Det bör kontrolleras innan linjerna läggs på att det är förseglat ordentligt eftersom förseglingen är så viktig. En nackdel med förseglingen påpekas vara problemet med vidhäftningen på vägmarkeringen.

Det har gjorts provsträckor på olika typer av räfflor i Sverige. Det genomfördes exempelvis i september år 2013 en provsträcka på väg 250 i Västmanlands län mellan Köping och Kolsva. Provsträckan är av den norska varianten, nersänkt Sinusräffla med droppflex. I Norge har de standardmättet 55 centimeter bred räffla men här testades en variant på 50 centimeter istället. Tillvägagångssättet gick till att det först kördes ena hållet på 25 centimeter och andra vägen tillbaka på 25 centimeter. Räfflorna frästes tio millimeter djupa men topparna ligger sex millimeter under beläggningen. Då vägmarkeringen är tre millimeter tjock så innebär detta att topparna av Sinusräfflan ligger tre millimeter under beläggningens kant. Dessa ligger skyddade vid vinterhåll då inte plogen går på linjerna. Inga uppehåll gjordes avseende randbebyggelse utan hela sträckan är sammanhängande utan uppehåll. Här har inga klagomål avseende buller inkommit och det är ett tecken på ett gott resultat. Detta var dock inte utfört riktigt bra så linjen har skadats lite. Tanken är att det ska klara linjerna bra. En annan projektledare påpekar att resultatet här inte blev bra i utförande, att det var för stora variationer. Denna metod av räffling är även utförd år 2013 på gamla E18 i Uppsala län. Åsikterna till nersänkt Sinusräffla är olika. Många anser att detta en väldigt bra metod. Det anses vara problem med att det blir stående för mycket vatten i räfflan som inte rinner ut. Det gäller att få en avrinning så att det inte blir frostsprängningar i det. Dock betonas det att problemet med räfflingen överhuvudtaget är vatten för alla typer av räfflor. På frågan om Norge själva har problem med att det står vatten i den nersänkta Sinusräfflan är svaret att de inte ser ett problem med det. Någon påpekar även att det kan medföra större problem för motorcyklister då räfflans kant på en nersänkt Sinusräffla blir tydligare. Vidare påpekar en av de intervjuade att det blir mer smuts som samlas i räfflan som medför att vägmarkeringslinjen inte syns.

Det har inträffat att det endast gått att lägga en 20 centimeter bred räffla och då är det gränsfall att vara lite för smal. Det gjordes exempelvis en 20 centimeter bred Sinusräffla för två år sedan i Roslagen och det fungerade bra. Den blir inte lika effektiv som den bredare räfflan eftersom ena delen av däckens ligger på asfalten och andra delen i räfflan. Oftast läggs 30 centimeter bred räffla och det är inte vanligt med en bredare räffla i mitten. En projektledare påpekar att effekten för tyngre fordon att reagera på räfflorna bör studeras. Vid en 30 centimeter bred räffla så hamna exempelvis inte hjulet på en lastbil som har dubbel boggi i räfflan.

Alla vägar som räfflas rapporteras in till den nationella samordnaren för vägmarkering. För tillfället är det i full gång med att samla in data på vad för typ av räffla som utförts och var det utförts. Tanken är få in detta och göra det samt vägmarkeringen publikt i PMSv3 tillsammans med tillståndsdata. På detta sätt skulle det kunna gå att se vad för typ av räffla som finns var

eftersom det är ganska ovisst idag. Det ska från och med i år koordinatsättas vilket inte har behövts göras förut. Det förespråkas av projektledare för vägmarkering att sammanställningen redovisas i procentsatser. Det anses vara viktigt så att information framgår om hur mycket räfflor som ligger på vägsträckan istället för att det redovisas enbart sträcka a till b då det inte är ofta det räfflas 100 %. Flera påpekar att det saknas siffror på vilka vägar som idag är tillgängliga för mitträffling. Det blir tillgängligt i beläggningsplanerna då det kollas om det ska räfflas eller inte. Statistik på hur många antal mil som finns tillgängligt för mitträffling idag är något som den nationella samordnaren har som uppgift på sin agenda. I alla fall teoretiskt vilka sträckor som uppfyller kriterier för att räfflas. En av de intervjuade betonar att om vägnätet i NVDB ses över jämfört med vad som utförts så finns det nog en hel del kvar att göra när det gäller mitträffling. För att ha en grund att stå på skulle alla vägar i Sverige inventeras som eventuellt finns potential att räffla.

En projektledare betonar att det ibland ska räfflas på grund av påtryckningar från planering för att kunna hålla uppe hastigheten. Trafikingenjörer vill gärna ha räffla men det är inte alltid det går lägga en räffla för att hålla upp hastigheten. Exempelvis betonar situationen att det kan vara en sträcka som är två mil men det går enbart att räffla 35 % av vägsträckan. Vidare betonar att denna då säger nej till räffling men att det kanske finns övriga projektledare som säger ja. Men det kan även vara en sträcka som ska kopplas på en annan sträcka och då är det en annan sak, då får det ses över.

Verksamhetsområdet Underhåll har gjort en stor omorganisation vilket är nytt från årsskiftet 2014/2015. Beläggning var tidigare en nationell organisation där det satt folk som enbart jobbade med beläggning och vägmarkering, uppdelat på tre olika sektioner för hela landet. Nu har Trafikverket gått tillbaka till det som varit förr kan man säga, att det är olika distrikt. Att exempelvis distrikt syd sköter sig, distrikt väst har sin organisation med allt från beläggning, vägmarkering med mera. Det finns också vägsystem som ska försöka hålla ihop det nationellt. Detta håller på att forma sig nu. Detta kommer inverka positivt på mitträfflingen, genom att Underhåll nu har en tydligare styrning och att det inte är upp till vad varje enskild projektledare tycker. Tidigare har det funnits en nationell samordnare men dock inte på heltid med lika utpekade uppgifter. Rollen anses inte varit en lika tydlig eller viktig roll som det är nu. Historiskt sett så har det varit mycket upp till varje projektledare att bestämma själv samt hur stark projektledaren på beläggning varit. I vissa delar av landet är det samma person som har hand om vägmarkering, räffling och beläggning. Det betonar att har projektledaren för vägmarkering även hand om beläggningsplaneringen och inte vill få något sår eller skador i den så räfflar man den inte. Vidare påpekas att detta har varit ett problem att det har varit upp till varje person och så länge regelverken,



utformningsreglerna varit otydliga så har det här utrymmet funnits. I och med den nya rollen som den nationella samordnaren har så förmodas det bli lättare att styra och säga att de här vägarna ska räfflas. Den nuvarande organisationen idag på underhåll med distrikten där projektledarna sitter med sina kontrakt, kommer vägsystem som den nationella samordnaren tillhör, styra och beställa vad som ska göras. Vilket ges pengar därefter. Genom detta förmodas det bli lättare i framtiden att se till att det blir utfört nya räfflor på de vägar som ska ha mitträffling. Projektledare betonar att det ser hoppfullt ut och att projektledarna på vägmarkering tillsammans med den nationella samordnaren kommer lösa detta med tiden.

En av de intervjuade anser att nyräffling är en standardförändring och att Planering ska stå för kostnaden. Men eftersom verksamhetsområde Underhåll har styrkortsmål som säger att ett visst antal människoliv ska sparas genom olika trafiksäkerhetshöjande åtgärder (där mitträffling ingår) gör att detta att de behöver jobba med nyräffling på Underhåll. Underhåll har det som uppdrag och då ska det även rymmas inom deras budget. I de flesta fall är synsättet att det är Underhåll som ska bekosta nyräffling. Däremot försöker Underhåll föra en dialog internt med Planering, var räfflan gör bäst nytta och vilken effekt det blir om uppehåll görs för bebyggelse. Detta för att inte ta på sig hela effektsamband och trafiksäkerhetshöjande åtgärder när det finns duktiga personer på det inom planering. Genom att olika vägsträckor ställs mot varandra kan bästa effekt uppnås. För att uppnå styrkortsmålet är bedömningen att Underhåll måste nyräffla på egen budget och det ganska omfattande.

Organisationsmässigt anses det från flera projektledare för vägmarkering vara en fördel om det varit en person som ansvarat för räfflingen. Det uppfattas som att det är för många viljor idag. Ett exempel är Norge som har en väldigt central styrning och tydligare regelverk där det är en person som sitter övergripande med mitträffling. Mångas uppfattning är att det känns lättare i Norge att genomföra saker och att det ska diskuteras och undersökas mer i Sverige. Någon projektledare påpekar att Sverige skulle haft liknande upplägg på vägmarkering som i Norge, att det idag är för många delar. Det anses vara bättre om den nationella samordnaren har huvudansvaret för allt inklusive VGU vad gäller vägmarkering. En av de intervjuade anser att det enbart skulle varit några få personer som bara höll i räfflingen och ha en budget för det. I övrigt betonas att det finns ett bra samarbete de nordiska länderna emellan gällande vägmarkering och räffling.

Ett alternativ till att räffla som gör att det inte behövs ta någon hänsyn till beläggningstyp påpekas vara att göra en omvänd upphöjning. Detta kan göras med vägmarkeringsmassa som en kamflex exempelvis. Att det istället görs en

profilerad räffla som är mer oberoende av vad som ligger under än vad en räffla är. Detta är något som Trafikverket funderar på som alternativ strategi. Men detta måste testas och effekten utvärderas. I de fall där det är en för tidig åtgärd att lägga om en väg kan en profilerad vägmarkering göras fram till dess och att det några år senare vid nybeläggning görs en räffla.

I Norge förseglas inte räfflorna och det finns inga betydande problem med skador. För närvarande finns teststräckor på detta för att kunna jämföra och utvärdera förseglingen av räfflor. Det påpekas att Sinusräfflan visat sig bli bäst utförd med en maskin som används av Visafo AS efter genomförda teststräckor. Denna maskin har visat sig vara effektivast och själva räfflan blir snyggast och jämnast utförd efter mått.

### **3.3 Intervjuer med entreprenörer**

#### **3.3.1 Metoder**

Vid intervjuer med entreprenörer i Sverige avseende vilka metoder de använder vid fräsning av mitträfflor har det framkommit att det är en och samma typ av traditionell fräsmaskin som används. Denna används vid fräsning av både Sinusräfflan och Målillaräfflan, det som skiljer är att hjulet som används byts ut beroende på vilken typ av räffla som ska fräsas. Den fräsmaskin som används är en så kallad vick maskin, vilken finns i olika modeller. Den modell som visat sig vara vanligast använd vid mitträffling är en Wirtgen 50 eller en Wirtgen 35. Att den kallas vick maskin beror på hjulet som maskinen har som vid fräsning av räfflan som gör att maskinen vagnar från sida till sida. Det hjulet som ligger närmast mitten på ena bakaxeln bestämmer när valsen går upp respektive ned. I och med att hjulet inte är helt runt så höjs valsen vid kanten på hjulet och förbi kanten niger den till och det blir automatiskt en räffla (se fig. 21). Beroende på hur hjulet ser ut så går det att få olika utseende på själva räfflan där hjulet bestämmer längden på räfflan. Djupet på räfflan beror på hur högt fräsen ställs in. Då räfflorna utförs mitt i vägens bombering så måste det hållas koll på att där är lika mkt på var sida om bomberingen.



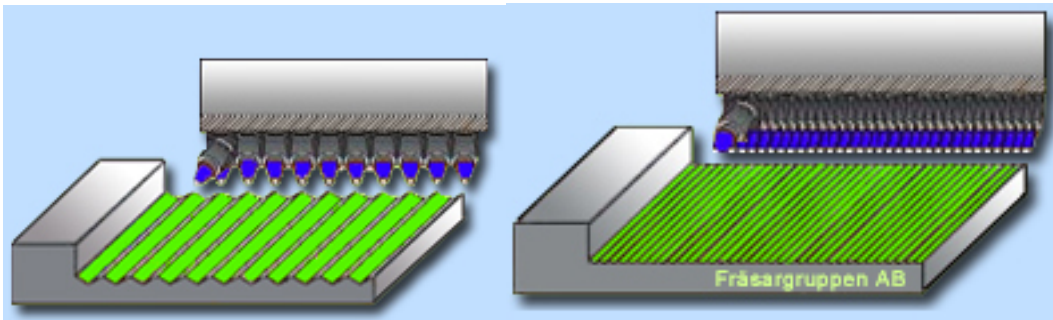
Figur 19 Traditionell asfaltsfräs (Svensson 2015)

Denna traditionella fräs som utför både målillaräfflan och sinusräfflan består av en utbyttbar fräsvals. Vid fräsning av båda typer av räfflor så roterar fräsvalsen som innehar fräständer och fräser bort asfalten. Denna kan skilja sig åt både i bredd och utseende. Breddstorleken på fräsvalsen begränsas utifrån bredden av själva maskinen. Exempelvis har Wirtgen 50 har en maxbredd på 0,5 meter på fräsvalsen och Wirtgen 35 följande 0,35 meter maxbredd på fräsvalsen. Figur 20 visar fräsvalsen då luckan baktill på maskin som döljer själva fräsvalsen i figur 19 är uppe.



Figur 20 Fräsvals med tänder (Svensson 2015)

På fräsvalen sitter det utbytbara tänder, tänder som fräser bort asfalten. Så kallade holkar finns på fräsvalsen för att slå in fräständerna i och det finns en stor variation på dessa fräsvalsar avseende hur tänderna sitter och hur tätt de sitter (se fig. 21). Det finns olika typer av fräsvalsar men vanligast är att en och samma fräsvals används till maskinen och att tänderna som slås fast i holkarna skiftas beroende på vilken bredd räfflan ska fräsas i. I figur 21 illustreras fräständer enbart till höger på fräsvalsen. Resultatet på räfflan beror på hur fintandad valsen är (se fig. 21,22) där det blåa illustrerar de utbytbara fräständerna.



Figur 21 Täthet fräständer (Fräsargruppen 2015)    Figur 22 Täthet fräständer (Fräsargruppen 2015)

Här är det olika vad leverantörerna använder för fräsvals och det är en övervägning leverantören själv får göra avseende hur tätt tänderna ska sitta. Tänderna ska dock inte sitta för långt ifrån varandra då möjligheten finns att slitlagret rivs upp samt att ytan blir mera ojämn i räfflan. Sitter tänderna för tätt tar utförandet längre tid eftersom fler tänder ska ner i vägbanan. Detta är en avvägning som samtliga aktörer gör.

Beroende på vilket typ av räffla som ska fräsas byts hjulet på fräsmaskinen. Vid sinusräfflan används ett mer ovalt eller trekantigt format hjul. Oavsett vad för typ av hjul leverantören använder så befinner sig fräsvalsen ovanför beläggningsytan vid själva kanten på hjulet och går ned och fräser när kanten på hjulet lämnas. När hjulet går ned så går valsen ned respektive när hjulet går upp så går fräsvalsen upp.



Figur 23 Fräsvals och hjul (Svensson 2015)

Samtliga leverantörer kör alltid en kontrollsträcka innan jobbet påbörjas för att säkerhetsställa mått och för att på så sätt försöka undvika större avvikelser vid själva utförandet, att valsen går ner rätt djup exempelvis. Under själva fräsningen körs det en sopmaskin efter fräsmaskinen för att sopa rent massorna och dammet som uppstår, oftast används en så kallad supersug beroende på hur lång sträckan är. Inget fräsmaterial får ligga i räfflan.

Aktören Cleanosol har tidigare använt sig av en lastbilsmonterad fräs. Fördelen med den lastbilsmonterade fräsen är arbetsmiljön, den som kör fräsen sitter säkert inne i lastbilen vilket är betydligt bättre till skillnad från den traditionella fräsen. Den lastbilsburna fräsen kräver dessutom oftast bara ett TMA-skydd med sig eftersom att föraren är så pass skyddad och enbart befinner sig på en sida av vägen. Till skillnad mot den traditionella fräsen som befinner sig i mitten av vägbanan vid utförandet. Cleanosol är ensam om denna maskin i Sverige. Dock har denna fräsmaskin valts att inte användas längre från och med början av år 2015 eftersom den inte var till belåtenhet. Cleanosol var lovad en färdigutvecklad produkt vilken den inte var och ingen vill nu stå för kostnaden. Därför har de valt att låta den stå stilla tills de kommit överens och använda en traditionell fräs istället. Räfflorna gjordes bra men själva maskinen uppförde sig inte som den skulle, den fick ryck i datorprogrammet bland annat. Maskinen gick heller inte tillräckligt fort så att det blev ekonomiskt lönsamt, arbetscykeln gick för långsamt och det kostade för mycket pengar för en så stor och dyr utrustning. Jämförelsevis så går den traditionella fräsen ungefär dubbelt så snabbt.

Fräständerna som används är olika från leverantör till leverantör då det finns flera olika typer av tänder i olika prisklasser. I figur 24 illustreras tre olika fräständer där den längst till vänster i bilden är en fräständer som används till den lastbilsmonterade fräsen och de övriga två används till den traditionella fräsen.



Figur 24 Fräständer (Svensson 2015)

Vid fräsning av räfflor så slits fräständerna och när tänderna blir för slitna byts dessa ut. Hur länge tänderna håller beror dels på hårdheten i beläggningen dels på kvalitén innan. Samtliga tänder byts ut vid ett och samma tillfälle eller ibland byts enskilda tänder som man slår in för att komplettera. Ibland kan det vara gamla tänder som slås in. Hur lång tid detta tar ute i fält beror på hur många tänder som behöver bytas samt om det behövs stannas flera gånger för att byta. Fräständer av diamanter finns men detta är ingenting som används vid mitträffling, dock så håller dessa längre men är självklart även dyrare. För att få ett bra resultat på räfflan så krävs att materialet som används inte är allt för slitigt samt att piloten som kör maskinen har erfarenhet.

Svar på hur långt man räfflar på en timme med en traditionell fräs varierar mellan 500-1500 meter. Oftast cirka en kilometer om det inte uppkommer några problem betonas en aktör. Vägens kvalitet påverkar naturligtvis arbetet. Desto hårdare beläggning ju fler stopp för byte av tänder. Även stopp för att tanka vatten som behövs för att kyla fräständerna. Tidsmässigt tar det ungefär lika lång tid att utföra Sinusräfflan och Målillaräfflan men då Sinusräfflan är mycket tätare och tar därför lite längre tid att fräsa. Det är ett lite annat utförandemoment samt att det blir lite mer massa att sopa upp. Vid sinusräffling påpekas det att det inte går att köra hur fort som helst eftersom valsen höjs och sänks saktare. Målillaräfflan är betydligt enklare att utföra rent maskinellt. En aktör menar dock att det tar längst tid att utföra en Målillaräffla då det är mer massa att sopa bort vid detta utförande.

Präglning av räfflor är inget som någon av de intervjuade utför idag eller vet någon som fortfarande utför. NCC utförde tidigare med ett hjul som de tryckte målillaräfflan med och denna metod går inte att genomföra efter det stelnat utan det görs samtidigt vid utläggningen. En anledning till att metoden stannat av tros vara att resultatet inte blev bra, att det blev för öppet och inte välstat. Att det istället är en bättre metod att lägga beläggningen och packa allt och sedan fräsa bort. Förmodligen har skador uppstått då packningsresultatet inte blivit önskvärt.

Vanligen utförs mitträffling i samband med nybeläggning och då finns ingen befintlig vägmarkering på vägen. Det har skett att mitträffling utförs på några år gamla beläggningar eller att missförstånd har inträffat mellan leverantörer och beställare så att mitträfflingen har blivit utförd i efterhand. Då måste först den befintliga vägmarkeringen tas bort innan själva räfflingen kan utföras och detta innebär en extra kostnad. Detta kan genomföras på olika sätt, dels så går det att fräsa bort den befintliga vägmarkeringen, dels så går det använda sig av högtrycksspolning för att få bort den befintliga vägmarkeringen.

Högtrycksspolning är det dyraste tillvägagångssättet för att genomföra borttagning av vägmarkering på men fördelen med denna metod är att all vägmarkering försvinner utan att skada beläggningen med ett bra resultat. All färg ifrån porerna i asfalten försvinner och inga beläggningsskador uppstår. Vid bortfräsning av vägmarkering finns det risk att skada beläggningen. Dock menar någon leverantör att mekanisk bortfräsning ger bäst resultat vid borttagning av vägmarkering. Det har det förekommit att utförd mitträffling tagits bort helt där det genomförts med bra resultat. Ett exempel på detta är väg 11 mellan Lunnarp-Smedstorp i Skåne, en kort sträcka på cirka 100 meter som blev borttagen efter klagomål på buller. Den blev dit lagd år 2010 och blev borttagen år 2013, dock är det oklart vilken typ av räffla det var.

Försegling görs med en bitumenemulsion med viss temperatur vid utläggning som sen faller ut. Leverantörerna följer krav på att det ska vara rätt mängd på förseglingen, det ska täcka hela ytan. Samtliga påpekar att de kollar så de verkligen täckt hela räfflan eller körs en extra gång så det verkligen täcker. En leverantör betonar att de oftast tar två rundor, en åt ena hållet sedan vänder de, där de brukar lägga en överlapp på cirka fem centimeter på varje sida om räfflan. Då vet man att man har täckt i och utanför så det verkligen kommit ner i kanterna. Samtidigt ska inte räfflan dränkas, den får inte fyllas med bitumen för då rinner det över vilket inte är bra. Samtliga påpekar att de vill försegla kort därefter då räfflan blivit utförd, normalt efter att de varit och fräst. Detta för att undvika att inte vänta allt för länge då vatten kan tränga in. Det är viktigt det inte kommer ner för mkt väta för då sprängs det med vintern.

I Norge finns en aktör, Visafo AS, som har en specialfräs vilken kan programmeras till att köra alla typer av räfflor. Maskinen SPT (surface preparation technology) är en amerikansk maskin. Detta är en maskin som kan göra en nedsänkt Sinusräffla i en operation och det är den typ av räffla som körs övergripande i Norge. Genom att lägga vägmarkeringen i räfflan så skyddas den mot vinterunderhåll. Linjens hållbarhet ökar upp till två-tre gånger. Om det är en annan maskin som ska utföra samma eller liknande arbete så måste det utföras i två steg. Maskinen kör i olika hastigheter beroende på vilken typ av räffla som utförs. En nedsänkt Sinusräffla körs 3,7 km/h och en vanlig Sinusräffla 6,4 km/h. Detta är en stor skillnad jämfört med en traditionell fräs som kör ungefär 1 km/h oavsett typ av räffla. Visafo har använt sig av maskinen sedan år 2012. De senaste åren som de haft denna specialfräs har de fräst ett antal vägar i Norge. De har utfört räffling på cirka 70 mil i Norge och Sverige år 2014 och sedan de började använda den har cirka 210 mil räffling utförts i Polen, Sverige och Norge.

Exempel i Sverige där denna maskin använts:

- Nedsänkt Sinusräffla nära Härnösand och E10 i Norrbotten år 2014.
- Väg 515 Enköping, väg 250 Kolsva och E4 Sundsvall år 2013.

Det positiva med denna specialfräs är att piloten som sitter skyddat i maskinen samt att den är mer effektiv. Den utför jobbet fortare och det är en väsentlig skillnad på rotationshastigheten på fräsvalsen. Exponeringen på vägen blir därmed helt annorlunda. Norsk standard är 13 millimeter djup totalt gällande den nersänkta Sinusräfflan. Då blir det ett frässpår som gör att det går att lägga ner vägmarkeringen, att den är nedfräst först 5 millimeter sedan 7-8 millimeter vidare. Detta görs i en och samma operation. I Norge är det inte tillåtet att fräsa längre ner än 13 millimeter men Visafo kan dock om så önskas komma längre ner obegränsat. En annan typ av fräsmaskin måste först fräsa ner spåret



och därefter själva Sinusräfflan. I Norge så räfflas det precis som vägen är och då blir det en lutning på räfflan. Mitträffling körs i två vändor på varje sida för att ta vara på asfaltens mittskarv, antingen 55 centimeter räffla (2x30 centimeter) eller 100 centimeter räffla (2x55 centimeter). Genom att fräsa räfflan på var sida om skarven med en överlappning är det mer skonsamt mot asfalten och det blir ett helt annat resultat på räfflan. Det är också krav på att det ska göras i två vändor när det utförs mitträffling i Norge. Vid all räffling med maskinen finns det krav på en 2,5 centimeter fasad kant. På varje sida, både i mitten och kanten, för att vattnet ska rinna av. Jämförelsevis med i Sverige där räfflan i stort sett blir helt plan utfört med en traditionell fräs.

### 3.3.2 Fräsning i olika beläggningar

Samtliga intervjuade anser inte att det bör göras djupare räfflor i en tunnskiktsbeläggning. 1 centimeter djup räffla räcker annars är man nere i den gamla beläggningen och då blir det inget bra av det. Det är också det fräsdjup som utförts då de intervjuade har räfflat i en TSK och räfflorna märks av. Om en 30 centimeter bred räffla ska synas och så måste räfflan gå ner så djupt att hela räfflan syns. Detta har med vägens tvärfall att göra. Om det enbart tas 5 millimeter så kanske räfflan bara blir 10-15 centimeter bred. Om det görs 10 millimeter så syns hela räfflan 30 centimeter. En väg med tunnskiktsbeläggning går att räffla med bra resultat, de intervjuade har räfflat ett flertal vägar med TSK genom åren.

Dock påpekar några av de intervjuade att det inte är helt optimalt att fräsa i en TSK. Det finns risk för stensläpp i räffelskålarna vid fräsning i en TSK och detta gör att stenen ligger löst. I andra typer av beläggningar kan andra stenar ligga och trycka emot men det gör det inte i en TSK. Så vid fräsning i en TSK är det inte endast problem med att själva stenyttan blottläggs vid fräsning utan även att risken för att stenar ska lossna ökar. Det påpekas att gränsen för att det ska räfflas i en TSK bör vara 18-20 millimeter i tjocklek. Räfflas det mitträfflor på en tunnskiktsbeläggning med rätt stenfraktion ska det inte vara några problem.

Mitträffling på vägar med tunnskiktsbeläggning är bland annat utfört på väg 118 i nordöstra Skåne mellan Kristianstad-Bjällöv. Även i östra Skåne på väg 19 mellan Degeberga-Everöd är det mitträfflat i en tunnskiktsbeläggning år 2014 och utfördes som återräffling. Här var det även missförstånd mellan beställare och leverantör vilket bidrog till att fräsning av räfflor blev utfört i efterhand istället för i samband med beläggningen. Finns även en del frästa mitträfflor på vägar med tunnskiktsbeläggning i Göteborg och i Värmland.

De intervjuade aktörerna har mestadels fräst på traditionell läggning och TSK. Enbart en av de intervjuade har utfört mitträffling på vägar med ytbehandling och då med bra resultat. Dock minns leverantören inte var eller vilket djup



som räfflades. Några av de intervjuade påpekar att de inte tror att mitträffling blir bra på vägar med ytbehandling. På frågan om det bör göras djupare räffla i en ytbehandling blev svaret att ingen vet hur man bör göra det, vilken metod som är bäst. En förklaring till varför de inte utfört räffling på vägar ytbehandling nämns av en leverantör kunna bero på att det inte läggs ytbehandling i allmänhet på vägar med det ÅDT eller de bredder som gäller för mitträffling.

### 3.3.3 Kostnad för metod och räffla

Samtliga prisuppgifter avser fräsning av räfflor med en traditionell fräs. Priser avser både Målillaräfflan och Sinusräfflan om inget annat anges i tabell och kostnaden anges i SEK per löpmeter.

Tabell 3 Kostnad för metod och räffla

	Pris inkl. bitumenförsegling (kr/lm)	Pris exkl. bitumenförsegling (kr/lm)
Leverantör 1	19,50	18,50
Leverantör 2	21 (inkl. 2 TMA)	16
Leverantör 3	10-12	-
Leverantör 4	<i>Vill ej lämna pris då de anlitar UE</i>	-
Leverantör 5	11-15	-
Leverantör 6	13 (målilla) 14 (sinus)	10 (målilla) 11 (sinus)
Leverantör 7	22 (inkl. 2 TMA & utsättning)	-

I priserna ovan ingår inte kostnad för projektering, utsättning eller trafikordning såvida det inte framgår i tabellen. Utsättningen är dock en mindre del av tiden än själva utförandet, det går fortare att sätta ut än att utföra räfflan. Priserna är mycket skiftande och är beroende på vägens utformning, sträcka och när på dygnet arbetet utförs. Likaså vart objektet befinner sig geografiskt. Dessutom varierar priset till vilka de lämnar prisuppgifter till, exempelvis om de lämnar pris som underentreprenör. Två TMA-skydd vid utförande av mitträffling används på tvåfältsvägar i och med att det är ett intermitterant arbete och utförs över mitten i princip när det räfflas. Ett TMA-skydd före fräsen och ett TMA-skydd efter sopmaskinen som ligger och sopar efter fräsen. Det förekommer att lots används men detta är inte vanligt. Dock är det inte helt enkelt med lots då det handlar om avstängningslängder där problemet är att man rör sig framåt cirka 1 km/h och då måste skylta om. Exempelvis om det gäller en sträcka på fem kilometer och det stängs av en och en halv kilometer, då är det i princip tre omskyltningar. Det är också ett riskmoment i sig, själva upp- och nertagning av skyltar. Så det är en avvägningsfråga. Att vägen stängs av helt har ingen intervjuad varit med att det inträffat.

Kostnaden ifrån leverantörer skiljer sig åt. Majoriteten av de intervjuade svarade att kostnaden för att utföra Målillaräfflan och Sinusräfflan inte skiljde sig åt. Några leverantörer svarade att priset för sinusräfflan skiljer sig ifrån Målillaräfflan då Sinusräfflan är dyrare att genomföra.

### 3.3.4 Entreprenörers åsikter

De intervjuade är eniga om att mitträffling är en fantastiskt billig och bra trafiksäkerhetshöjande åtgärd. Dock påpekar några av de intervjuade att det är en högrisk händelse för beläggningen då du ställer vatten i den automatiskt svaga punkten i beläggningen. Mittskarven som är svår att utföra, som är det är det kritiska partiet kan man säga. Där är två beläggningstråk som går ihop och där görs en fördjupning vid räffling i beläggningen som det kan ställa sig vatten i. Dessutom tunnas beläggningen ut. Det påpekas att även om räfflorna förseglas så är det risk då man gör en svag punkt ännu svagare. Rent beläggningstekniskt anses det vara förkastligt att göra en mitträffla. Det påpekas att vägens livslängd påverkas. Det kan vara så att vägen ser ganska hygglig ut men börjar släppa asfalt i skarven och det är där potthålen börjar slå upp som sedan åter in på själva körbanorna efter ett tag. Leverantören betonar att det aldrig är bra att ha ett potthål mitt i vägen där mittskarven är. Även om dessa lagas slår de oftast upp fort igen. Samtliga räfflor som utförs förseglas men det betonas att det ändå är en skillnad. Exempel ges på en verksblandad asfalt som är uppvärmd i 160 grader där det har påförts en rejäl bindemedelsgiva på stenen, så att stenen är täckt med bindemedel som sedan läggs ut och packas. Plötsligt så ska det fräsas ner i beläggningen så att själva stenen blottläggs i asfalten så att delar av stenen syns av själva ballasten. Även om räfflan förseglas med vad det står i handlingarna att du ska göra, att det i princip vräks på bindemedel så har man ändå försvagat konstruktionen. I och med att det gjorts en anvisning där det kan ställa sig vatten helt enkelt.

Åsikter om vilken typ av räffla aktörerna rekommenderar så utför leverantören den typ av räffla som beställaren efterfrågar. Vanligtvis förs en dialog beställare och entreprenör emellan. Dock anses resultatet vara bättre när det gäller Sinusräfflan, gällande bulleraspekten då det inte behövs göra lika mycket uppehåll. Samtidigt betonas det är bulleravståndet för målillaräfflan ökat från 100 meter till 150 meter till bebyggelse. En av de intervjuade aktörerna förespråkar sinusräfflan då denna går att utföra en längre sträcka. Samtliga leverantörer anser att det är upp till Trafikverket själva att påverka hur mycket mitträffling som utförs eftersom de endast utför jobbet och det är inget de gör utan att de får en beställning på det då det kostar pengar att utföra. De tycker inte det är en fråga för entreprenörerna utan det är en fråga för Trafikverket.

Ett problem vid mitträffling är att arbetsmiljön inte är den bästa vilket samtliga intervjuade betonar. Det är dålig arbetsmiljö för den som kör fräsen

då man befinner sig mitt ute i vägen och trafiksäkerhetsmässigt är det en utsatt position. Arbetsmiljön har påverkat maskinutvecklingen, därav den lastbilsburna fräsen som Cleanosol tidigare använt. Utveckling av tekniken för maskiner utan personal på vägen bör stöttas av Trafikverket anses det. Några anser att de har en balans som ligger rätt så bra men att utvecklingsfasen finns.

Återräffling tycks vara större delen av de jobb som utförs och inte nyräffling. Just återräffling tycker en leverantör har ökat de senaste åren. En av de intervjuade har dock enbart utfört återräffling och ingen nyräffling alls av mitträfflor. Det har inte förekommit vid något tillfälle att det varit en Målillaräffla som sen ska ha bytts ut till en Sinusräffla vid återräffling. Några av aktörerna har gjort uppehåll för randbebyggelse även vis sinus. Främst där det sedan innan varit klagomål på buller.

Några betonar att de har haft problem då försegling av räfflorna utförts och målningslinjerna ska utföras. Linjerna kommer ofta där beläggningsskarvarna och räfflingen är, då har det varit svårt att måla i nyförseglade vägar där klister fastnat i deras maskiner. Det är extra tydligt vid mitträffling där det är en högre klistergiva och det vräks på klister helt enkelt. Även för fräsmaskinen har de hänt att det fastnar klister i maskinen.

I Danmark är de så noga med utförandet att aktörer kan genomgå en besiktning och bli certifierade för att utföra Sinusräffling. Där måste piloten tillsammans med maskinen köra och utföra en viss sträcka. Detta kontrolleras på plats av ett oberoende företag som genomför mätningar. Är avvikelserna för stora då är företaget inte certifierat att utföra räfflingen. Vem som helst kan i princip fräsa bullerräfflor idag men somliga gör det med undermåligt material vilket inte ger ett bra resultat. Fås inte den kvalitén på vägarna som önskas då uppkommer problem inom kort tid. Om aktören inte är kollad och inte är certifierad, kommer Vejdirektoratet inte välja att gå vidare med den aktören vid en upphandling. Denna möjlighet till certifiering har funnits i minst tre år i Danmark. Detta är ett godkännande, ett kvitto från ett oberoende företag som redovisas till myndigheterna där det visas att företaget klarar de krav som Vejdirektoratet ställer. Att det inte blir för stora variationer på grund av att du har en undermålig maskin, vals eller tänder. Detta är något som förespråkas att Sverige också inför för att höja kvalitén på räfflan.

## 4 Analys och diskussion

Vid påbörjandet av detta examensarbete fanns det fem frågeställningar som arbetet har lagts upp efter med målsättning att kunna besvara dessa. En frågeställning togs bort på grund av brist på tid då arbetet utförts under en begränsad tid. Likaså borttogs vikten på kostnaden jämfört med nyttan men i det stora hela så har arbetet haft samma grund som från början av examensarbetet.

### 4.1 Metod

Valet av metod till detta arbete har visat sig vara god eftersom den data som samlats in har kunnat ge svar på frågeställningarna. Intervjuerna har varierat i utformning och omfattning under arbetets gång grundat i att frågorna som ställdes i början var otillräckliga för att kunna ge den information som söktes.

Ett alternativ till intervjuerna hade varit att genomföra enkäter. Genom denna metod hade troligtvis mer data kunnat samlas in från flera personer som underlag till arbetet. Dock finns svårigheten med öppna frågor vid enkäter och möjligheten att ställa följdfrågor utifrån vad som saknas i svaren. I efterhand vid avslutandet av detta arbete har tanken kommit att det skulle varit en möjlighet att från början av arbetet istället kombinerat båda metoder. Att både genomfört enkäter och intervjuer. Enkäterna hade kunnat ge svar på frågor och utifrån dessa hade en intervju kunnat göras som uppföljning med enkäten som underlag. Genom att kombinera båda metoderna för insamling av data till arbetet skulle troligtvis mer information hafts till förfogande och tillförlitligheten i resultat blivit bättre.

En tanke är att genom enkäterna så hade möjligtvis tid besparats vid genomförandet av själva intervjun då vissa frågor redan är ställda i enkäten. Dessutom hade någon mer intervju eventuellt kunnat genomföras än om inte en enkätundersökning genomförts. Problematiken vid att använda båda metoderna i detta arbete hade möjligtvis varit att i efterhand ta kontakt med samtliga personer som ställt upp på enkäten för en intervju. Då arbetet har utförts under en begränsad tid finns sannolikheten att vissa personer då inte hade hunnit tas kontakt med för en intervju.

#### 4.1.1 Bortfallsanalys

Vid urval av intervjupersoner användes snöbollsmetoden. En del av de rekommenderade personerna för en eventuell intervju till detta arbete valde att tacka nej. Dock har några av de som tackat nej att ställa upp på en intervju istället gett förslag på namn att kontakta som troligtvis kunnat bistå med information till arbetet. Dessutom har några personer som arbetat med mitträffling och kunnat vara till stor hjälp i arbetet gått i pension eller bytt arbetsplats. Av de intervjuade som deltog framkom det även att några inte

hade tillräckligt med erfarenhet för att svara på vissa av frågorna som ställdes. Därav har luckor i information förmodligen uppstått i vissa avseenden. Genom det ovan nämnda har troligtvis en del betydelsefulla intervjuer gått miste om som skulle kunnat vara en bidragande del till detta arbete. Om enkäter och fler intervjuer genomförts hade troligtvis arbetets reliabilitet ökat.

## 4.2 Resultat

Rapportens resultat visar att det nog faktiskt utförs ny mitträffling i den utsträckning som går efter de förutsättningar som föreligger. Det går inte att utföra ny mitträffling enbart för att viljan finns där utan det måste även gå utifrån de kriterier och riktlinjer som finns. Undersökningen visar att flertalet på Trafikverket inte delar uppfattningen med att mitträffling inte utförs i en önskad omfattning och att de flesta vägar som går att räffla idag är räfflade.

Trafikverket är på god väg att öka mängden ny mitträffling, detta genom riktade pengar för nyräffling på nationell nivå som delas ut efter önskemål till projektledare för vägmarkering till objekt som de vill ska nyräfflas. Likaså genom utgivna riktlinjer för fräsning av räfflor där Sinusräfflan ska utföras där andelen Målillaräffla blir för låg. Resultatet i denna begränsade undersökning visar att Sinusräfflan förespråkas då det inte behövs göras lika mycket uppehåll för bebyggelse som för Målillaräfflan.

Omorganisationen för verksamhetsområde Underhåll vid årsskiftet leder förhoppningsvis till att det blir en mer central styrning vilket kan hjälpa mitträfflingen framåt. Det ska inte vara upp till varje projektledare för vägmarkering att tycka om det ska räfflas eller inte. Arbetet framskrider för nuvarande om det som tidigare har varit oklart mellan verksamhetsområdena Planering och Underhåll, huruvida Planering ska beställa nyräffling eller inte. Vilka av verksamhetsområdena Underhåll och Planering som ska ansvara för kostnaden för nyräfflingen.

Det har genomförts mitträffling på vägar med både ytbehandling och tunnskiktsbeläggning där både resultat och effekt av räfflan varierar. Det råder meningsskiljaktigheter inom Trafikverket avseende vilka beläggningar som går att fräsa räfflor i eller inte. Somliga anser att det går att räffla i vägar med ytbehandling respektive tunnskiktsbeläggning medan andra anser att det inte bör göras. Det skulle behöva göras en ordentlig utredning om vilka beläggningstyper som går att räffla. En undersökning eller analys där det klargörs egentligen vilka beläggningstyper som går att räffla i eller vilka som inte går. Mer klara direktiv bör tas fram och dessa bör vara nationella och tydliga. Reglerna idag är egentligen skrivna för oavsett asfaltens egenskaper.

En sak som är svårt med räfflingen är hur den ska hanteras. Genomgående behöver det vara mer tydligt vad det är som gäller. Tydligare riktlinjer och regler bör utformas för hur det ska utföras och vad som ska utföras. Väl synligare var och när räffling ska utföras. I VGU skulle det möjligtvis behövs finnas med mer text och skisser på räfflorna. Dessa tydligare riktlinjer bör följas upp. Vissa projektledare har visat sig frångått riktlinjer medan andra förhåller sig mer strikt inom ramarna.

I resultatet framgår det att bilden bör klargöras för hur Sinusräfflan ska utföras avseende uppehåll för bebyggelse. Det finns olikheter i åsikter där vissa menar att det inte behövs göras uppehåll för betygelse vid användning av Sinusräfflan och det finns vägsträckor där det är utfört 100 % av vägsträckan. Samtidigt har mitträffling tagits bort på sträckor där Sinusräffling har utförts utan uppehåll då det uppkommit klagomål på buller. Enligt riktlinjer som skickas ut ska Sinusräffla väljas där andelen Målillaräffla blir för låg. Enligt VGU står det att Sinusräfflan kan användas för att komma närmare bebyggelse men inte hur nära eller om det kan utföras utan att göra uppehåll. Genom att ge en mer klar bild över vad som gäller kan det undvikas att sträckor ska behövas tas bort. Gränsen för uppehåll till bebyggelse har samtidigt ökat från 100 meter till 150 meter till idag när det gäller Målillaräfflan.

Beläggingsperspektivet går i strid med att det ska utföras mer mitträffling. Här utgår det utifrån åtgärdsval gällande typ av beläggningstyp men detta kan som det ser ut idag sätta stopp för mitträfflingen. Exempelvis om det läggs en ytbehandling eller en tunnskiktsbeläggning med en för liten stenfraktion. Här existerar motstridiga uppgifter då det förespråkas beläggningar som är olämpliga att fräsa samtidigt som det finns direktiv att det ska genomföras i större utbredning och på vägar med högre ÅDT. Där finns risken att fler vägar eventuellt försvinner som är tillgängliga för nyräffling.

Resultatet i detta arbete visar att en traditionell asfaltsfräs används för att utföra både Sinusräffla och Målillaräffla. Kostnaden varierar mellan 10-22 SEK/lm. Priset är beroende på vad som ingår i priset och var arbetet utförs geografiskt samt om det en underentreprenör som utför det. Kostnaden för Målillaräfflan och Sinusräfflan är densamma hos samtliga förutom en entreprenör som har en kostnadsökning på 1 kr/lm för Sinusräfflan. Nackdelen vid mitträffling utfört av en traditionell fräs är arbetsmiljön för den som utför arbetet.

En lastbilsburen fräs finns men används inte i dagens läge då räfflans resultat inte blir bra samt att den går för långsamt. Fördelen med denna är arbetsmiljön där piloten som kör maskinen sitter säkert inne i fordonet.

Utveckling av tekniken för maskiner utan personal på vägen bör stötts av Trafikverket, kanske genom krav på mer arbets säkra maskiner där utvecklingsfasen finns. Visafo AS i Norge använder sig av en amerikansk asfaltsfräs som är effektivast i utförande i alla avseende typ av räffla. Det är en stor skillnad i utförande hastighet och piloten som kör sitter säkert inne i fordonet. Denna utför även en nersänkt Sinusräffla i en operation.

För att eventuellt få ett förbättrat resultat och kvalité på Sinusräfflingen kan Trafikverket anamma Danmarks tillvägagångsätt angående certifiering av entreprenörer för att utföra fräsning av Sinusräfflor. På detta sätt kan sämre resultat i utförande eventuellt undvikas i större omfattning.

Rapportens resultat visar att en inventering är önskvärd av vägar som idag potentiellt är tillgängliga för mitträffling. Finns detta skulle planeringen av ny mitträffling förbättras och ge ökad möjlighet för införande.

Ett alternativ till att räffla som gör att det inte behövs ta någon hänsyn till beläggningstyp är möjligtvis en omvänd upphöjning. Exempelvis med vägmarkeringsmassa som inte är lika avhängig av underliggande laget som räfflan är. Denna alternativa strategi för mitträffling kan även vara till användning på de vägar där nybeläggning är en för tidig åtgärd, som en kortvarig åtgärd övergåendes till mitträffling vid beläggningsåtgärd.

### **4.3 Förslag till framtida studier**

1. Utredda huruvida det är möjligt att få en standardisering av räffeltyp för mitträffling i Norden?
2. Undersöka och utvärdera effekten av en omvänd upphöjning i mitten på vägen som supplement till mitträffling. Istället för att fräsa räfflor i vägbanan göra en omvänd upphöjning med vägmarkeringsmassa.

## 5 Referenser

### 5.1 Skriftliga referenser

Anund, A (2005). *Frästa räfflor i mitten på tvåfältsväg*. VTI rapport 508. Linköping. <http://www.vti.se/sv/publikationer/frasta-rafflor-i-mitten-pa-tvafaltsvag/> [2015-02-22]

Anund, A (2014). *Effekter och konsekvenser av olika räffeltyper vid mitträffling av 2-fältsvägar*. VTI notat 26-2014. Linköping. <http://www.vti.se/sv/publikationer/rafflor--effekter-och-konsekvenser-av-olika-raffeltyper-vid-mittraffling-pa-2-faltsvagar/> [2015-02-22]

Giaever, T (2014). *Policy for bruk av forsterket vegoppmerking*. Statens vegvesen Vegdirektoratet. <http://nmfv.dk/wp-content/uploads/2014/03/2.5-A-Policy-for-forsterket-vegoppmerking-Terje-Giaever.pdf> [2015-04-24]

Luxenburger Trafiksikkerhed & Vejteknik (2012). *"Kogebog for rumleriller"*. *En håndbok i anvendelse af sinusformede rumleriller som trafikikkerhedsfremmende foranstaltning*. Vejregelforberedenderapport. <http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?t=%2fV1%2fNavigation%2fTilidsmandssystemer%2fVejregler%2fAnlaegsplanlaegning%2ftrafikarealer+land%2fviden+ideer+hjaelpevaerktoger%2f&docId=vd-rumleriller-full> [2015-03-12]

Trafikverket (2012a). *Krav för vägar och gators utformning*. 2012:179 <http://www.trafikverket.se/vgu/> [2015-02-22]

Trafikverket (2012b). *Regionkontor*. <http://www.trafikverket.se/Kontakta-oss/Vara-kontor-och-oppetider/Regionkontor/> [2015-03-27]

Trafikverket (2012c). *Råd för vägar och gators utformning*. 2012:180 <http://www.trafikverket.se/vgu/> [2015-02-22]

Trafikverket (2013). *Trafiksäkerhetsmål*. <http://www.trafikverket.se/Privat/Trafiksakerhet/Vart-trafiksakerhetsarbete/Trafiksakerhetsmal/> [2015-03-11]

Trafikverket (2014a). *Korta fakta om Trafikverket*. <http://www.trafikverket.se/Om-Trafikverket/Trafikverket/Snabbfakta-om-Trafikverket/> [2015-02-24]



Trafikverket (2014b). *Ny organisation för Trafikverkets planeringsverksamhet*.  
<http://www.trafikverket.se/Aktuellt/Nyhetsarkiv/Nyhetsarkiv2/Nationellt/2014-09/Ny-organisation-for-Trafikverkets-planeringsverksamhet/>  
[2015-02-24]

Trafikverket (2014c). *Nollvisionen är vår ledstjärna*.  
<http://www.trafikverket.se/Om-Trafikverket/Trafikverket/tillgangligt-sverige/nollvisionen/> [2015-03-24]

Trafikverket (2014d). *Effektsamband för transportsystemet*. Fyrstegsprincipen steg 3 och 4. Bygg om eller bygg nytt, kapitel 6 trafiksäkerhet  
[http://www.trafikverket.se/contentassets/4096139b8dbc4047bbc198f2a5a5c6e4/06\\_kapitel\\_6\\_trafiksakerhet.pdf](http://www.trafikverket.se/contentassets/4096139b8dbc4047bbc198f2a5a5c6e4/06_kapitel_6_trafiksakerhet.pdf) [2015-03-12]

Trafikverket (2014e). *Bitumenbundna lager*. Krav. TDOK 2013:0529. Version 1.0 <http://trvdokument.trafikverket.se/> [2015-03-11]

Trafikverket (2015a) PMSV3 – information om belagda vägar  
<https://pmsv3.trafikverket.se/> [2015-05-30]

Trafikverket (2015b). *Organisation*.  
<http://www.trafikverket.se/Om-Trafikverket/Trafikverket/Organisation/>  
[2015-02-24]

Starrin.B & Svensson.P (red.) (1994). *Kvalitativ metod och vetenskapsteori*. Studentlitteratur, Lund.

Statens Vegvesen (2015). *Vegoppmerking. Tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming*. Håndbok N302.  
[http://www.vegvesen.no/\\_attachment/781646/binary/1013267?fast\\_title=Håndbok+N302+Vegoppmerking+-+høringsutgave+jan+2015.pdf](http://www.vegvesen.no/_attachment/781646/binary/1013267?fast_title=Håndbok+N302+Vegoppmerking+-+høringsutgave+jan+2015.pdf) [2015-03-28]

Vadeby.A, Anund.A, Björketun.U, Carlsson.A (2013). *Säker framkomlighet: Sammanfattande resultat*. VTI Rapport 790. Linköping.  
<http://www.vti.se/sv/publikationer/pdf/saker-framkomlighet-sammanfattande-resultat.pdf> [2015-02-22]

Vasama.T (2014). Forsterket vegoppmerking (Räfflor) Redogörelse for regelverk og policy for bruk av forsterket vegoppmerking (Räfflor).  
<http://nmfv.dk/wp-content/uploads/2014/03/2.5-C-Forsterket-vegoppmerking-Finland-Vasama.pdf> [2015-03-28]

Vejdirektoratet (2013b). *Sinusrumleriller – Vejledning*.  
<http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=rumeriller&docId=vd-sinusrumle-vejl-full#pkt1> [2015-03-28]

Vejdirektoratet (2015c). *Laengden af offentlige veje*.  
[http://vejdirektoratet.dk/da/viden\\_og\\_data/statistik/vejeneital/længdeoffentlige\\_veje/sider/default.aspx#.VRfnCyi5TZ0](http://vejdirektoratet.dk/da/viden_og_data/statistik/vejeneital/længdeoffentlige_veje/sider/default.aspx#.VRfnCyi5TZ0) [2015-03-28]

Vägverket (2006). *Vägar och gators utformning. Säker framkomlighet- Preliminära riktlinjer för utformning, reglering och drift*. VV publikation 2006:37. Borlänge.  
<http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Vag/Utformning-av-vagar-och-gator/vgu/aldre/VGU-fram-till-november-2012/> [2015-02-22]

Wendel.M (2014). *Räffling av vägar i Sverige för ökad trafiksäkerhet*.  
<http://nmfv.dk/wp-content/uploads/2014/03/2.5-B-Räffling-Sverige-Mats-Wendel.pdf> [2015-04-24]

Österman.T (2014). *Nordisk vägmarkeringskonferens, Lillehammer. Aktuellt från Trafikverket Finland*. <http://nmfv.dk/wp-content/uploads/2014/03/1.2-C-informasjon-Finland-Tuomas-Österman.pdf> [2015-04-09]

## 5.2 Muntliga referenser

Trafikverket (2014f) Lars Petersson. Nationell samordnare vägmarkering. E-postkorrespondens. [2015-03-10]

## 5.3 Figurförteckning

Figur 1. *Målillaräffla* (Egen bild)

Figur 2. *Sinusräffla* (Egen bild)

Figur 3. *Utförda volymer år 2014, nyräffling* (Trafikverket 2014f) Muntlig källa.

Figur 4. *Utförda volymer år 2014 av nyräffling & återräffling i vägmitt samt i vägren på motorväg* (Trafikverket 2014f) Muntlig källa.

Figur 5. *Målillaräffla* (Trafikverket 2014f) Muntlig källa.

Figur 6. *Sinusräffla* (Trafikverket 2014f) Muntlig källa.

Figur 7. *Organisationskarta Trafikverket* (Trafikverket 2015)  
<http://www.trafikverket.se/Om-Trafikverket/Trafikverket/Organisation/> [2015-02-24]

Figur 8. *Antalet omkomna inom vägtrafiken i Sverige år 2006-2012* (Trafa 2015) <http://www.trafa.se/sv/malportal/Indikatorer/Olyckor-vag/> [2015-03-11]

Figur 9. *Nedfräst sinusräffla* (Giaever 2014) <http://nmfv.dk/wp-content/uploads/2014/03/2.5-A-Policy-for-forsterket-vegoppmerking-Terje-Giaever.pdf>  
[2015-04-24]

Figur 10. *Tvärprofil ny väg 8,5 meter med mitträffling* (Statens vegvesen 2015)  
[http://www.vegvesen.no/\\_attachment/781646/binary/1013267?fast\\_title=Håndbok+N302+Vegoppmerking+-+høringsutgave+jan+2015.pdf](http://www.vegvesen.no/_attachment/781646/binary/1013267?fast_title=Håndbok+N302+Vegoppmerking+-+høringsutgave+jan+2015.pdf) [2015-03-28]

Figur 11. *Utformning frässpår 0,55 meter* (Statens vegvesen 2015)  
[http://www.vegvesen.no/\\_attachment/781646/binary/1013267?fast\\_title=Håndbok+N302+Vegoppmerking+-+høringsutgave+jan+2015.pdf](http://www.vegvesen.no/_attachment/781646/binary/1013267?fast_title=Håndbok+N302+Vegoppmerking+-+høringsutgave+jan+2015.pdf) [2015-03-28]

Figur 12 *Tvärprofil ny väg 10 meter med mitträffling* (Statens vegvesen 2015)  
[http://www.vegvesen.no/\\_attachment/781646/binary/1013267?fast\\_title=Håndbok+N302+Vegoppmerking+-+høringsutgave+jan+2015.pdf](http://www.vegvesen.no/_attachment/781646/binary/1013267?fast_title=Håndbok+N302+Vegoppmerking+-+høringsutgave+jan+2015.pdf) [2015-03-28]

Figur 13 *Tvärprofil ny väg 10 meter med mitträffling* (Statens vegvesen 2015)  
[http://www.vegvesen.no/\\_attachment/781646/binary/1013267?fast\\_title=Håndbok+N302+Vegoppmerking+-+høringsutgave+jan+2015.pdf](http://www.vegvesen.no/_attachment/781646/binary/1013267?fast_title=Håndbok+N302+Vegoppmerking+-+høringsutgave+jan+2015.pdf) [2015-03-28]

Figur 14. *Tvärprofiler mitträffling befintlig väg* (Statens vegvesen 2015)  
[http://www.vegvesen.no/\\_attachment/781646/binary/1013267?fast\\_title=Håndbok+N302+Vegoppmerking+-+høringsutgave+jan+2015.pdf](http://www.vegvesen.no/_attachment/781646/binary/1013267?fast_title=Håndbok+N302+Vegoppmerking+-+høringsutgave+jan+2015.pdf) [2015-03-28]

Figur 15. *Längdprofil Sinusräffla* (Luxenburger Trafiksikkerhed & Vejteknik 2012)  
<http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?t=%2fV1%2fNavigation%2fTillidsmandssystemer%2fVejregler%2fAnlaegsplanlaegning%2ftrafikarealer+land%2fviden+ideer+hjaelpevaerktøjer%2f&docId=vd-rumleriller-full>  
[2015-03-12]

Figur 16 *Tvärprofil Sinusräffla* (Luxenburger Trafiksikkerhed & Vejteknik 2012)  
<http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?t=%2fV1%2fNavigation%2fTillidsmandssystemer%2fVejregler%2fAnlaegsplanlaegning%2ftrafikarealer+land%2fviden+ideer+hjaelpevaerktøjer%2f&docId=vd-rumleriller-full>

[idsmandssystemer%2fVejregler%2fAnlaegsplanlaegning%2ftrafikarealer+land%2fviden+ideer+hjaelpevaerkojer%2f&docId=vd-rumleriller-full](http://trvdokument.trafikverket.se/idsmandssystemer%2fVejregler%2fAnlaegsplanlaegning%2ftrafikarealer+land%2fviden+ideer+hjaelpevaerkojer%2f&docId=vd-rumleriller-full)  
[2015-03-12]

Figur 17. *Utformning räfflor* (Vasama 2014) <http://nmfv.dk/wp-content/uploads/2014/03/2.5-C-Forsterket-vegoppmerking-Finland-Vasama.pdf> [2015-03-28]

Figur 18. *Cylinderfräsning på mittlinjen* (Vasama 2014) <http://nmfv.dk/wp-content/uploads/2014/03/2.5-C-Forsterket-vegoppmerking-Finland-Vasama.pdf> [2015-03-28]

Figur 19. *Traditionell asfaltsfräs* (Egen bild)

Figur 20. *Fräsvals med tänder* (Egen bild)

Figur 21. *Täthet fräständer* (Fräsargruppen 2015)  
[http://www.frasargruppen.se/Frasning\\_bred.html](http://www.frasargruppen.se/Frasning_bred.html) [2015-05-03]

Figur 22. *Täthet fräständer* (Fräsargruppen 2015)  
[http://www.frasargruppen.se/Frasning\\_bred.html](http://www.frasargruppen.se/Frasning_bred.html) [2015-05-03]

Figur 23. *Fräsvals och hjul* (Egen bild)

Figur 24. *Fräständer* (Egen bild)

Tabell 1. *Specifikationer bitumenemulsioner för klistring, försegling, lagning* (Trafikverket 2014e) <http://trvdokument.trafikverket.se/> [2015-03-11]

Tabell 2. *Räfflor på landsväg* (Luxenburger Trafiksikkerhed & Vejteknik 2012)  
<http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?t=%2fV1%2fNavigation%2fTillidsmandssystemer%2fVejregler%2fAnlaegsplanlaegning%2ftrafikarealer+land%2fviden+ideer+hjaelpevaerkojer%2f&docId=vd-rumleriller-full>  
[2015-03-12]

## 6 Bilagor

### 6.1 Bilaga I Intervjuguide Trafikverket

- Berätta om Er yrkesroll?
- Hur är Er koppling till mitträffling?
- Hur är Er syn på mitträffling?
- Hur fungerar det vid underhållsåtgärder avseende underhållsbeläggningar och nyräffling/återräffling?
- Var ligger ansvaret för mitträffling?
- Var bör ansvar och kostnad ligga för mitträffling?
- Vilka problem finns det när det gäller mitträffling?
- Ser Ni svårigheter med att få ny mitträffling utförd?
- Kritiska punkter idag gällande Trafikverkets arbetsmetodik för mitträffling?
- Har Ni genomfört några egna försök gällande mitträffling?
- Vilka beläggningar har ni genomfört mitträffling på?
- Vad anser Ni om att fräsa räfflor i en väg med tunnskiktsbeläggning respektive ytbehandling?
- Vad anser ni om kraven för mitträffling?
- Fördelar/nackdelar avseende de olika räffeltyperna?
- Hur var bestämmelserna för mitträffling tidigare jämfört med idag?
- Vad anser Ni bör göras för att ändra på problematiken med att ny mitträffling inte utförs i den utsträckning som önskas?
- Eventuella problem vid fräsning av mittlinje?
- Påverkas vägens livslängd av mitträffling?

## 6.2 Bilaga II Intervjuguide entreprenörer

- Hur har genomförandet av mitträffling varit den senaste tiden?
- Vilka metoder använder ni vid fräsning av mitträfflor?
- Vad är er syn avseende de olika räffeltyperna Målillaräfflan och Sinusräfflan?
- Utfört både nyräffling och återräffling?
- Vilka beläggningar har ni utfört mitträffling i?
- Eventuella problem vid fräsning av mitträfflor?
- Vad är er synpunkt på mitträffling?
- Används tryckning/prägling av mitträfflor?
- Vad påverkar resultatet?
- Genomförandet tidsmässigt?
- Egen fräsutrustning eller Ni hyr in?
- Har ni egna lösningar eller speciella varianter?
- Kostnad för metoden?
- Kostnad själva räfflan?