

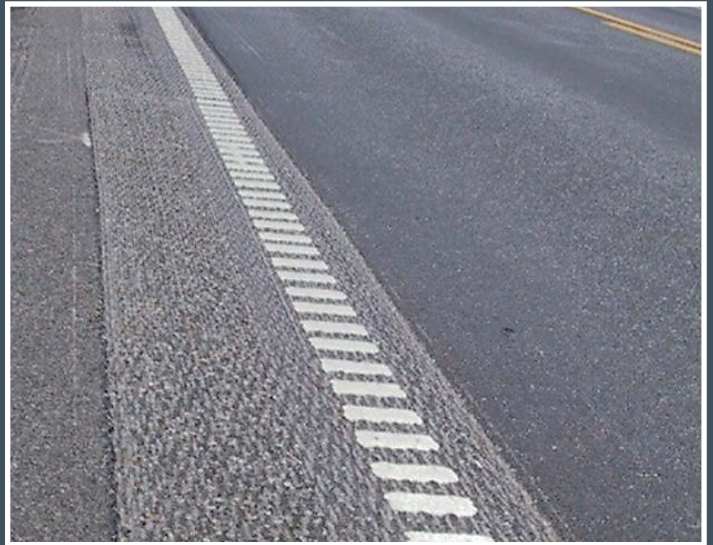


Statens vegvesen

FoU prosjekt

Evaluering av forsterket kantoppmerking

Nedfrest longflex
og rumbleflex
i Hedmark og Oppland



Forord

Dette forskningsprosjektet ble startet i 2001 etter initiativ fra Statens vegvesen Region Øst ved Jon Haglund og Rasmus Holø.

Bakgrunnen for prosjektet var et behov for å utvikle vegoppmerking som bedre kunne stå i mot belastningene fra et hardt vintervedlikehold og omfattende bruk av piggdekk.

Hypotesen man ønsket dokumentasjon på var at en inntakt vegoppmerking ville gi bedre visuell ledning gjennom store deler av året, og dermed bidra til en forbedret trafiksikkerhet. I tillegg ønsket man å prøve ut profilering av oppmerking og vegdekke for å skape støy og vibrasjoner i kjøretøyene ved kjøring på linjene, for derved å redusere antall utforkjøringer. Ved en forsterket innsats på vegoppmerking ønsket man effekter som redusert ulykkesomfang og en bedre kost-/nytteeffekt av vegoppmerkingstiltakene.

Cleanosol AS (den gang Nor-Skilt AS) hadde på daværende tidspunkt entrepriseoppdraget på vegoppmerking for Svv i Hedmark og Oppland, og ble derfor en naturlig samarbeidspartner. De sto for all utlegging av vegoppmerkingen på forsøksstrekningene, og har senere deltatt i oppfølgingen av prosjektet. Kontaktperson i Cleanosol er Bjørn Nossen.

Fra 2005 ble Rambøll RST (den gang LG RoadTech AB) engasjert som konsulent i prosjektet, med ansvar for mobile retrorefleksjonsmålinger, analyser og rapportering. Kontaktperson i Rambøll er Trond Cato Johansen.

Øvrig oppfølging har vært forestått av Statens vegvesen, Region øst. Kontaktperson i Region øst er Jon Haglund.

FoU prosjektet hadde i utgangspunktet en tidsramme fra 2001 fram til 2007. I ettertid er imidlertid tidsrammen utvidet til og med 2009 på grunn av meget vellykkede resultater, med vegoppmerking som har hatt en mye lenger funksjonstid enn det man hadde forventet.

Denne rapporten er en kortversjon av den fullstendige sluttrapporten fra prosjektet. Der som det søkes mer detaljert informasjon fra prosjektet, kan det anbefales å studere fullversjonen.

Prosjektet har foregått i samarbeid med Vegdirektoratet. Kontaktperson i Vegdirektoratet er Bjørn Skaar.

Vegdirektoratet
Veg- og transportavdelingen
April 2010

Sammendrag

I prosjektet er det lagt ut forsøksstrekninger på E6 i Oppland og rv. 3 i Hedmark, med nedfrest longflex og rumbleflex som kantlinjer (definisjoner nedenfor).

Tanken bak en nedfresing av vegoppmerkingen var at kantlinjene da ville ligge beskyttet for overkjøring med plog og veghøvel, og dermed få en forlenget levetid. Forsøksstrekningene ligger i områder som normalt har strenge vintere, med omfattende plogging og ishøvling av dekket. Tidligere erfaringer har vist at tradisjonelle nylagte kantlinjer på disse strekningene har hatt et reparasjonsbehov på opp til 60-70 prosent etter en vinter. Dermed blir vegoppmerkingstiltakene kostbare, og vegoppmerkingen av en kvalitet som i store deler av året ikke tilfredsstiller kravene. Forsøksstrekningene har ikke blitt saltet, hverken i før- eller etterperioden.

I tillegg ønsket man å prøve ut en profilering av kantlinjene, eller dekket de ble lagt på, for å skape støy og vibrasjoner i kjøretøyet. Dette skulle vekke trøtte og uoppmerksomme bilister som var i ferd med å krysse kantlinjen. Dermed ville omfanget av utforkjøringsulykker kunne bli redusert.

En ønsket tilleggseffekt av profilerte kantlinjer var å oppnå en visuell ledning i mørke (retrorefleksjon) ved våt vegbane. En tradisjonell plan vegoppmerking mister sin retrorefleksjonsevne når den blir våt, mens en profilert linje bedre drenerer vannet, og opprettholder en viss retrorefleksjon. Det er en kjennsgjerning at det er i mørke og på vått vegdekke at bilisten har størst behov for visuell ledning.

Andre forhold som har blitt testet ut i prosjektet er effekten av små eller store drop on glassperler (definisjon nedenfor), samt vask og spyling av oppmerkingen.

Prosjektet viser meget interessante resultater. Spesielt forsøkene med nedfrest longflex har vært meget velykkede. Strekningene med nedfrest longflex har ligget uten at reparasjonstiltak har vært nødvendig siden utleggingen i 2001 og 2002. Dette er et oppsiktsvekkende resultat, med tanke på den reparasjonsprosenten man har på tradisjonell vegoppmerking på disse vegene. *Dette har medført en uvanlig god kost-/nytteeffekt, samtidig som kravene til både tørr og våt retrorefleksjon har vært tilfredsstillt i hele perioden.*

Rumbleflex har vist behov for adskillig mer vedlikehold enn nedfrest longflex. Toppen av profilen på rumbleflex er tydelig mer utsatt for slitasje enn den delen av oppmerkingen som ligger nede i fresesporet. Når rumbleflex ligger som kantlinje og får påkjenninger fra plog og piggdekk gjennom vintersesongen, oppstår slitasjen på toppen av profilen, slik at reparasjonstiltak må settes inn. Vi kan derfor ikke påvise en positiv kostnadseffekt for denne vegoppmerkingstypen.

Vi kan uten videre konkludere med at nedfrest longflex opprettholder retrorefleksjon bedre over tid enn rumbleflex og tradisjonelle plane linjer. Nedfrest longflex har også langt høyere våtverdier og har en overlegent bedre kost- nytte verdi, blant annet fordi den ikke krever tiltak like ofte som rumbleflex.

Effekten av store drop on glassperler kontra små perler er positiv, og går i favør av store perler de første to årene. Forskjellen er signifikant i denne 2-års perioden, men deretter er det ikke merkbar forskjell. Grunnen er åpenbart at det er i de første to årene drop on perlene kommer til sin rett på denne vegoppmerkingen. Deretter er det mer og mer innblandingsglasset som overtar rollen som reflektorer.

Prosjektet kan ikke dokumentere noen positiv kost-/nytte effekt av vasking og spyling av linjene. Det kan heller ikke påvises bedre funksjon på vegoppmerkingen som følge av dette tiltaket.

Effekten på ulykkesstatistikken viser en klar positiv tendens, til fordel for strekningene med forsterkede kantlinjer. Omfanget av prosjektet og ulykkestallene er ikke tilstrekkelig til at man på vitenskapelig grunnlag kan fastså at effekten er signifikant, men de faktiske ulykkestall i prosjektet viser en klar positiv tendens.

Et parallelt prosjekt ble i 2005 etablert på en 6,2 kilometer rettstrekning på rv. 20 ved Haslemoen. I dette prosjektet er det lagt parseller med nedfreste linjer av typen plan, longflex, rumbleflex og dråpeflex (Drop On Line). Det er også lagt referanseparseller med tradisjonell plan og longflex linjer på forsøksstrekningen. Prosjektet forventes å gi utfyllende informasjon til forsøksstrekningene på rv. 3 og E6. Vesentlige forskjeller mellom feltet på rv. 20 og de som behandles i denne rapporten, er at rv. 20 er en rettstrekning hvor det vil bli mindre trafikk på kantlinjene, og dermed identisk slitasje på alle typene vegoppmerking. Dessuten blir rv. 20 ved Haslemoen saltet vinterstid, i motsetning til strekningene på E6 og rv. 3. I tillegg er testproduktene utvidet med også nedfrest dråpeflex og nedfrest plan linje på rv. 20. Prosjektet på rv. 20 skal rapporteres første gang høsten/vinteren 2010.

Definisjoner

Synlighet i dagslys, Q_d :	Q_d (Luminanskoeffisienten) er et mål på synlighet i overskyet dagslys (diffus belysning). Måleenheten for dette er $\text{mcd m}^{-2}\text{lx}^{-1}$. Målingen utføres kun på tørr (ikke speilende) vegoppmerking.
Synlighet i mørke, R_L :	R_L (Retrorefleksjonskoeffisient) er et mål på synlighet i mørke, dvs. det lys vegoppmerkingen reflekterer når linjen belyses av billyktene. Måleenheten for R_L er $\text{mcd m}^{-2}\text{lx}^{-1}$. Målingen kan utføres både i tørr og våt tilstand.
Premiks glassperler:	Glassperler som er forblandet i termoplastmaterialet under produksjonen av det.
Drop on glassperler:	Glassperler (her i størrelse: 0,1 – 1,0mm) som strøs på toppen av vegoppmerkingen under utlegging.
Profilert vegoppmerking:	Langsgående linjer, kant eller midtlinje, som på en eller annen måte er brutt eller preget for å få en profil. Linjen oppleves av trafikanten som kontinuerlig.
Longflex:	Profilert vegoppmerkingslinje, hvor den heltrukne linje er oppdelt som for eksempel 6cm linje og 6cm opphold. (6-6)
Nedfrest longflex:	Frest langsgående spor, 6 – 10mm dypt og 50cm bredt. Profilert linje legges i sporet nærmest kant mot kjørebanelen.
Rumbleflex:	Heltrukken linje lagt på vegdekke hvor det er frest ned groper på 12 – 13mm dybde, med 32cm avstand ($c/c = 32$). Fresespor 30cm bredde.



Nedfrest longflex



Rumbleflex



Nedfrest dråpeflex. Eksempel på annet alternativ som er under utprøving og som vil bli evaluert.

Innhold

Forord	3
Sammendrag	5
1 Problemstilling	11
2.1 Nedfrest longflex	13
2 Alternative utprøvde metoder	13
2.2 Rumbleflex	14
2.3 Andre forhold	15
3 Vegdata	17
4 Resultater	21
4.1 Bemerkninger	21
4.2 Resultater av nedfrest longflex (LF)	21
4.3 Resultater av rumbleflex (RF) utlagt 2002	27
4.4 Trafikksikkerhetseffekt - ulykkestatistikk	33
4.5 Kost-/nytte analyse	37
5 Konklusjoner	39
6 Litteratur og referanser	41

1 Problemstilling

I store deler av Norge er det et problem å få god økonomi i vegoppmerkingstiltak på grunn av våre klimatiske vinterforhold.

Utstrakt bruk av piggdekk medfører en stor slitasje på vegoppmerkingen. Samtidig vil snøplogging og ishøvling kunne påføre vegoppmerkingen store slitasjeskader. Ofte vil en stor del av vegoppmerkingen som legges ny en sommer bli høvlet vekk den første vinteren. Denne problemstillingen er særlig stor på veger med smal bredde, mye kurvatur og høy ÅDT. Under slike forhold vil trafikken presses til å kjøre på kant- og midtlinjene, og dermed forårsake stor mekanisk påkjenning. I tillegg er det ved smal veg med mye kurvatur vanskelig for brøytemannskapene å unngå kantlinjene.

Det er en kjennsgjerning at langsgående vegoppmerking er et av de aller viktigste virkemidlene for å gi bilistene en god visuell ledning. God vegoppmerking er derfor et viktig bidrag til et sikkert trafikkmiljø. Spesielt er god visuell ledning viktig under vanskelige kjøreforhold, som mørke og våt vegbane. Under slike kjøreforhold er det viktig å ha vegoppmerking som har tilfredsstillende retrorefleksjonskoeffisient, både under tørre og våte forhold. En investering i høyverdig tradisjonell vegoppmerking vil imidlertid ofte ha en kort levetid under våre krevende vinterforhold.



I tillegg har det vært et mål for prosjektet å tenke utforming av kantlinjer på en måte som kan ha direkte ulykkesreduserende effekt, ved å skape støy- og vibrasjonseffekter. Spesielt utforkjøringsulykker forårsakes ofte av trøtte og uoppmerksomme bilførere. Ved å profilere kantlinjene- eller dekket de legges på, vil det genereres støy og vibrasjoner i bilen ved overkjøring, og dette vil kunne bidra til å "vekke" en uoppmerksom bilfører. En ulempe er at støy oppstår også utenfor kjøretøyet, slik at det bør tas hensyn til omkringliggende bebyggelse.

Dette prosjektets målsetninger har dermed vært følgende :

- Vegoppmerking som er inntakt, og dermed gir bedre visuell ledning gjennom hele året, også under vanskelige kjøreforhold (antatt god TS-effekt)
- Redusere utforkjøringsulykker ved å generere støy og vibrasjoner (antatt god TS-effekt)
- Ved nedfresing å beskytte kantlinjene mot vintervedlikeholdet. Dermed oppnås at vegoppmerkingen fungerer over lenger tid uten behov for vedlikeholdstiltak (antatt god kost-/nytteeffekt)

Prosjektet kom i gang gjennom investeringsmidler i handlingsprogram for riks- og fylkesveger 2002-2005, i henhold til St.meld. nr. 46, hvor det er lagt stor vekt på prosjekt med ulykkesreduserende effekt.

2 Alternative utprøvde metoder

Prosjektet startet opp i 2001 og var planlagt fullført i 2007. Imidlertid har nedfrest longflex vist seg så levedyktig at det i mellomtiden har blitt besluttet å videreføre målinger av denne linjetypen til og med sesongen 2009, eller så lenge retrorefleksjonen tilfredsstillende gjeldende krav.

Prøvestrekningene som er valgt er stamvegruter fra sør til nord gjennom Hedmark (rv. 3) og Oppland (E6). De har middels høy trafikk, med 25 prosent andel tungtrafikk. Det er tungt vintervedlikehold på strekningene, og de er sterkt belastet hva ulykker angår, spesielt utforkjøringer.

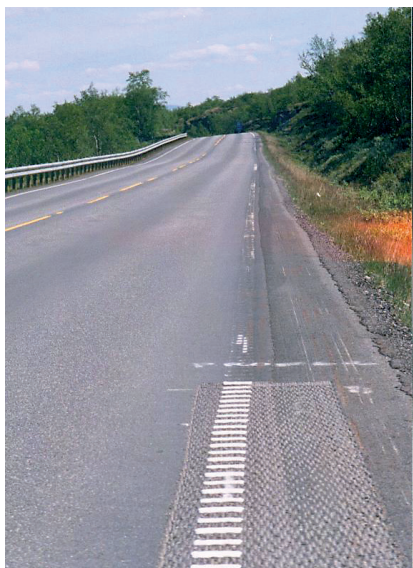
2.1 Nedfrest longflex

Det første prøvefeltet for nedfrest longflex ble opprettet i Oppland fylke på E6 over Dovre. Prøvefeltet ble lagt som en innledende prøvestrekning høsten 2001 på 8 000 lm (løpeter). Enkelte deler av strekningen ble asfaltkanten frest ned mens den ble bevart som normalt andre steder.

Resultatene etter en vinter var så lovende at det ble besluttet å utvide testområdet og legge nedfrest longflex også på rv. 3 gjennom Østerdalen i Hedmark fylke. Det ble lagt to prøvefelt for nedfrest kantlinje, før- og etter Kvikne, til sammen 23 570 lm.

Starten på FoU prosjektet:

E6 Dovre, longflex etter ett år (lagt 2001, bildet tatt 2002)



Viser skille mellom nedfrest og tradisjonell profilert linje etter et år. Longflex ble lagt ut både i feresporet og deretter oppå dekket samtidig i en operasjon.



Her ser vi tydelig at høvelen har tatt med seg det av linjen longflex, som ikke ligger i det nedfreste sporet.

For tradisjonell longflex utført på nylagt asfalt var 30 prosent blitt høvlet bort i løpet av vinteren 2001/02, men derimot var 100 prosent av nedfrest longflex inntakt.

All nedfrest longflex er utført på nylagt asfalt, bortsett fra nedfresing av midtlinje på rv. 3 Bergerønningen – Straumen som er gjort på gammel asfalt. Longflex er lagt i 3mm tykkelse i 10:10 kombinasjon som midtlinje og 6:6 kombinasjon som kantlinje. Linjebredden er på 10cm.

Nedfresing for longflex ble bestilt som et 50cm bredt spor, med dybde på 5mm inn mot vegbanen og ut i null mot vegkanten. Dette viste seg ikke mulig i praksis og det ble derfor frest fra 5-10mm dypt over hele fresebredden.

2.2 Rumbleflex

Prøvestrekninger for rumbleflex kantlinjer ble opprettet i 2002 i Oppland på E6 ved Hunderfossen bestående av 8 380 lm, og i Hedmark på riksveg 3 før og etter Kvikne, hvor drøye 30 000 lm ble lagt.

I 2003 ble feltet ytterligere utvidet med ca. 38 000 lm freseparseller for rumbleflex på rv. 3 i Østerdalen, og totalt ble det lagt ca. 70 000 lm med rumbleflex.

Fresing av asfalt for rumbleflex er gjort på gammel asfalt. På E6 ved Øyer er rumbleflex lagt i 1,5mm tykkelse og 15cm linjebredden. Ved Bergerønningen – Straumen på rv. 3 er linjebredden 10cm for rumbleflex og tykkelsen er variert mellom 0,6mm og 1,5mm. Resten av det som er lagt som rumbleflex på rv. 3 i 2002 er lagt i 10cm linjebredden og i en tykkelse på 1,5mm. rumbleflex lagt 2003 er lagt med spray i 1,0mm og 1,5mm tykkelse og 10cm linjebredden.

Fresing av asfalt for rumbleflex ble bestilt som en nedfresing på c/c 32cm i en dybde på ca. 12mm over en bredde på 30cm. I 2003 ble fresingen utført med to typer tannavstand, en på 7,5mm mellom Øksna og Rustad S og fra Rustad N til Gita S, mens det på resten av fresingen ble brukt en fres med tannavstand 10,5mm. Denne endringen ble gjort av freseentreprenør for å få bedre framdrift, men førte til uønsket resultat med dypere groper, helt opp til 17mm enkelte steder.

2.3 Andre forhold

Både for nedfrest longflex og for rumbleflex er det benyttet standard termoplastmaterialer for spray og ekstrudering. Materialene var typiske for perioden dette FoU prosjektet ble etablert, og hadde 20 -25 prosent premiks glassperler.

Utlekkingen av forsøksstrekningene ble så godt det lot seg gjøre utført som normal produksjon.

Det er testet ut forskjellig type drop on glassperler i prosjektet. Tre leverandører, Swarco, Sovitec og Potters, har levert drop on glassperler med forskjellige størrelser (kornkurver) og med forskjellige coatinger. Dette for å kunne studere effekt på våt og tørr retrorefleksjon over tid, samtidig som det ville gi kunnskap om slitasje på store kontra små glassperler.

Kostnadene ved legging av prøvestrekningene og nødvendige vedlikeholdstiltak har blitt loggført fortløpende slik at det kan bli foretatt en kost/nytte analyse av prosjektet. Kostnadene for utførte målinger er holdt utenfor.

Retrorefleksjonsmålinger i tørr og våt tilstand er utført etter gjeldende metodebeskrivning. Det har stort sett vært utført tre målerunder pr år med portable instrumenter. I tillegg har det fra 2004 en gang pr år blitt utført mobile målinger med Ecodyn.

Det har også vært gjort forsøk med vask og spyling av linjene for å se om dette har hatt effekt på retrorefleksjonsevnen. Dette har imidlertid ikke medført nevneverdig effekt, og omtales ikke videre i rapporten.



3 Vegdata

Forsøksstrekningene i prosjektet framgår av kart og tabeller under. Rv. 3 gjennom Østerdalen har 21 forsøksstrekninger fra Hp9 km 14,5 ved Øksna til Hp18 km 14,3 Storfossen ved grensen til Sør-Trøndelag fylke. I tillegg er det en forsøksstrekning på E6 over Dovrefjell, Hp20 km 15,5 til km 19,5. Strekningene på E6 ved Hunderfossen falt ut i løpet av forsøksperioden, da veggen ble omlagt.

Alle forsøksstrekningene har hastighetsgrense 80 km/t, bortsett fra tre strekninger på rv. 3 Hp15 som har 90 km/t.

ÅDT på forsøksstrekningene var ved etablering fra 1350 – 3400. I løpet av forsøksperioden økte ÅDT med 150 – 460 enheter per døgn, til intervallet 1700 – 3860. Dette utgjør en økning i ÅDT i perioden på 6 prosent - 26 prosent.

Strekningene på rv. 3 har middels til mye kurvatur. Spesielt Hp17 fra Lonåsen bru opp Skårdalspasset og Moskaret er det små kurveradier. På E6 Dovrefjell har strekningen lite kurvatur.

Når det gjelder vintervedlikeholdet så saltes rv. 3 opp til Rena. Videre nordover på rv. 3 benyttes ikke salt. Heller ikke E6 over Dovre saltes.

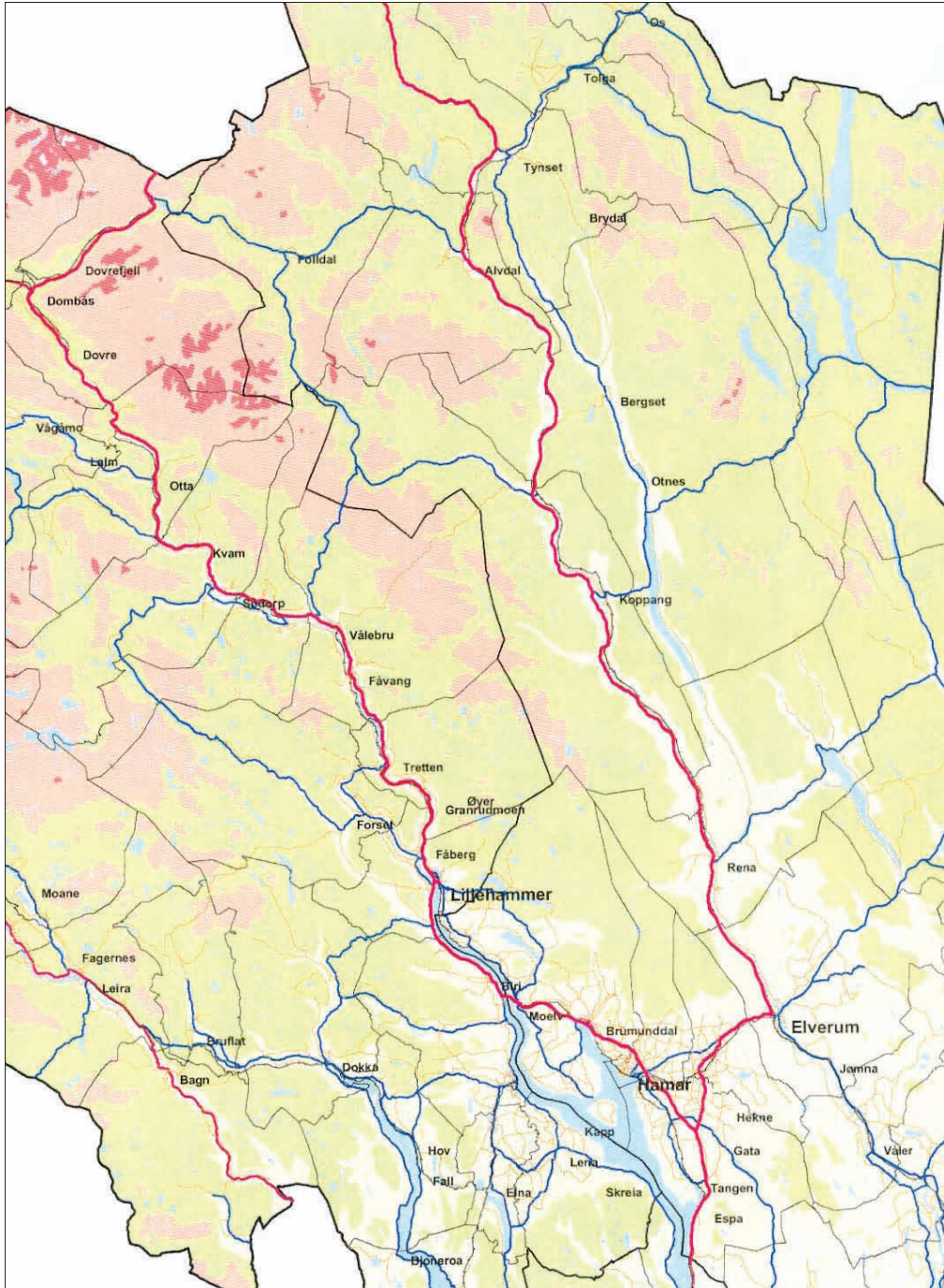
Tabellen over forsøksstrekningene:

		Målested								ÅDT (kjt/døgn)	
Veg	Hp	fra km	til km	Lengde	Stedsnavn	Utført	Type linje	Tykkelse mm	Fartsgr.	før	etter
Rv. 3	9	14,500	15,849	1,349	Øksna N-Rustad S	2003	Rumbleflex	1,5	80	3400	3860
Rv. 3	9	18,500	19,500	1,000	Rustad N-Båten	2003	Rumbleflex	1,5	80	3400	3860
Rv. 3	9	21,000	21,800	0,800	Gita syd	2003	Rumbleflex	1,5	80	3400	3860
Rv. 3	10	26,049	27,902	1,853	Opphus N-Kroken gård S	2003	Rumbleflex	1,0	80	1700	2160
Rv. 3	10	28,404	29,094	0,690	Kroken gård N	2003	Rumbleflex	1,0	80	1700	2160
Rv. 3	10	29,500	31,601	2,101	Furuset S-Furuset N	2003	Rumbleflex	1,5	80	1700	2160
Rv. 3	10	32,050	32,534	0,484	Furuset N-Søkkunda S	2003	Rumbleflex	1,5	80	1700	2160
Rv. 3	15	1,200	2,250	1,050	Steimoen nord	2003	Rumbleflex	1,5	90	2400	2550
Rv. 3	15	2,700	4,200	1,500	Berggrønningen syd	2003	Rumbleflex	1,0	90	2400	2550
Rv. 3	15	6,270	8,400	2,130	Berggrønningen-Straumen	2002	Rumbleflex og longflex midt	1,5	90	2400	2550
Rv. 3	17	0,245	1,175	0,930	Lonåsen bru-Lonåsen N	2003	Rumbleflex	1,5	80	1400	1770
Rv. 3	17	1,750	3,125	1,375	Lonåsen N-Fossen	2003	Rumbleflex	1,5	80	1400	1770
Rv. 3	17	4,000	6,435	2,435	Fossen N-Skårdalssasset	2003	Rumbleflex	1,0	80	1400	1770
Rv. 3	17	6,435	10,500	4,065	Moskaret-Børstubekken	2002	Rumbleflex	1,5	80	1400	1770
Rv. 3	17	11,580	18,500	6,920	Børstubekken-Bubakken	2002	Longflex	3,0	80	1400	1770
Rv. 3	17	19,585	20,200	0,615	Bubakken N-Vektpl. syd	2003	Rumbleflex	1,5	80	1400	1770
Rv. 3	17	20,900	22,380	1,480	Vektplassen N	2003	Rumbleflex	1,0	80	1400	1770
Rv. 3	17	22,800	23,168	0,368	Estensmo bru	2003	Rumbleflex	1,5	80	1400	1770
Rv. 3	17	23,500	24,600	1,100	Estensmo bru-Støa syd	2003	Rumbleflex	1,5	80	1400	1770
Rv. 3	17	25,400	30,630	5,230	Støa-Yset	2002	Rumbleflex	1,5	80	1400	1700
Rv. 3	18	10,500	14,300	3,800	Børليا-Storfossen	2002	Longflex	3,0	80	1350	1700
E6	20	15,500	19,500	4,000	Dovrefjell	2001	Longflex	3,0	90	1600	1960

Tabellen viser også vegoppmerkingmetodene, utleggingsår, tykkelse, fartsgrense, og ÅDT før og etter.

Kart over prøvestrekningene.

Rv. 3 og E6 merket med rødt



4 Resultater

4.1 Bemerkninger

Det er gjennomført retrorefleksjonsmålinger i hovedsak tre ganger hvert år i perioden mai til september, til samme tid hvert år, i årene 2001 til og med 2009. Målingene av rumbleflex ble utført fra 2002 til og med 2007.

Fra 2001 til og med 2009 har alle strekningene med nedfrest longflex tilfredsstilt kravene uten at vedlikeholdstiltak har vært nødvendig. Dette er et oppsiktsvekkende bra resultat på strekninger som tidligere har hatt behov for omfattende årlige tiltak. Strekningene med rumbleflex har vært mer utsatt for slitasje, og har måttet bli fulgt opp med vedlikeholdstiltak. Disse er dokumentert, og inkludert i kost-/nytteberegningen på side 38. Ved tiltak har rumbleflex blitt reparert med en 1mm tykk spray linje og avstrødd med 125-600 μm H (silikonert) drop on glassperler.

4.2 Resultater av nedfrest longflex (LF)

Nyverdier

Alle nyverdier er svært høye og linjene gir et godt visuelt inntrykk.

Etter en vinter før vask av linjer (medio mai)

Vegoppmerkingen gir et veldig godt visuelt inntrykk. Det er ingen tendens til at fresesporret fylles med skitt. Alle verdiene ligger over kravet for henholdsvis våt og tørr retrorefleksjon. Resultatene ved bruk av store drop on glassperler klarer til og med kravet for nylagt linje når det gjelder tørrverdiene.

Verdier i 2004

Samtlige verdier for retrorefleksjon i tørr tilstand var over kravet ved alle målerundene.

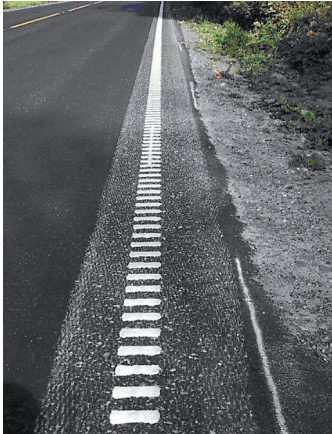
Verdier i 2005

Trenden fra 2004 fortsetter, og samtlige verdier for retrorefleksjon i tørr og våt tilstand var også i 2005 godt over kravet ved alle målerundene.

Verdier i 2006 – 2009

Trenden fra tidligere år på rv. 3 fortsetter, og linjene viser seg å opprettholde oppsiktsvekkende god funksjon. Tørr retrorefleksjon måles i perioden til typisk 140 – 160 $\text{mcdm}^{-2}\text{lx}^{-1}$. Ved siste måling den 17. august 2009 ligger tørrverdien på 145 – 149 $\text{mcdm}^{-2}\text{lx}^{-1}$. Etter 7 år uten et eneste reparasjonstiltak er dette et resultat som ligger langt over forventning. Våtverdiene er like imponerende. Linjene har ligget over kravet gjennom hele perioden fra utlegging i 2002 til og med siste måling i august 2009. Ved siste måling på rv. 3 var våtverdiene 41-45 $\text{mcdm}^{-2}\text{lx}^{-1}$.

Bilde: Nedfrest longflex lagt 2002.



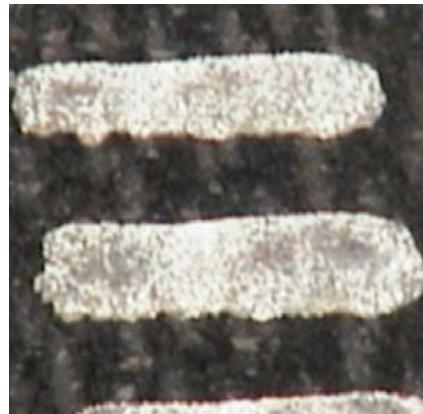
Nylagt nedfrest longflex.



Her ser man hvordan vegmerkingen (longflex) ligger beskyttet i det nedfreste sporet.



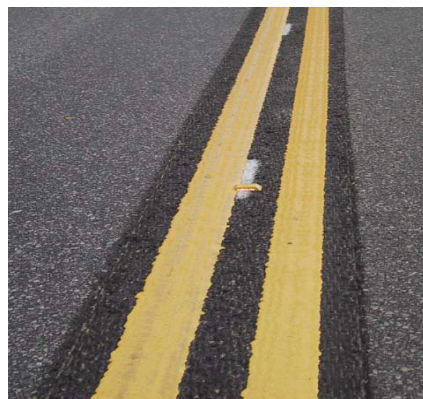
Et år gammel nedfrest longflex.



Nærbilde av et år gammel nedfrest longflex.



Dobbel sperrelinje på rv. 3, lagt som gul nedfrest longflex i 10:10 kombinasjon.



For å overholde kravene til støy, må det innimellom legges plan linje.

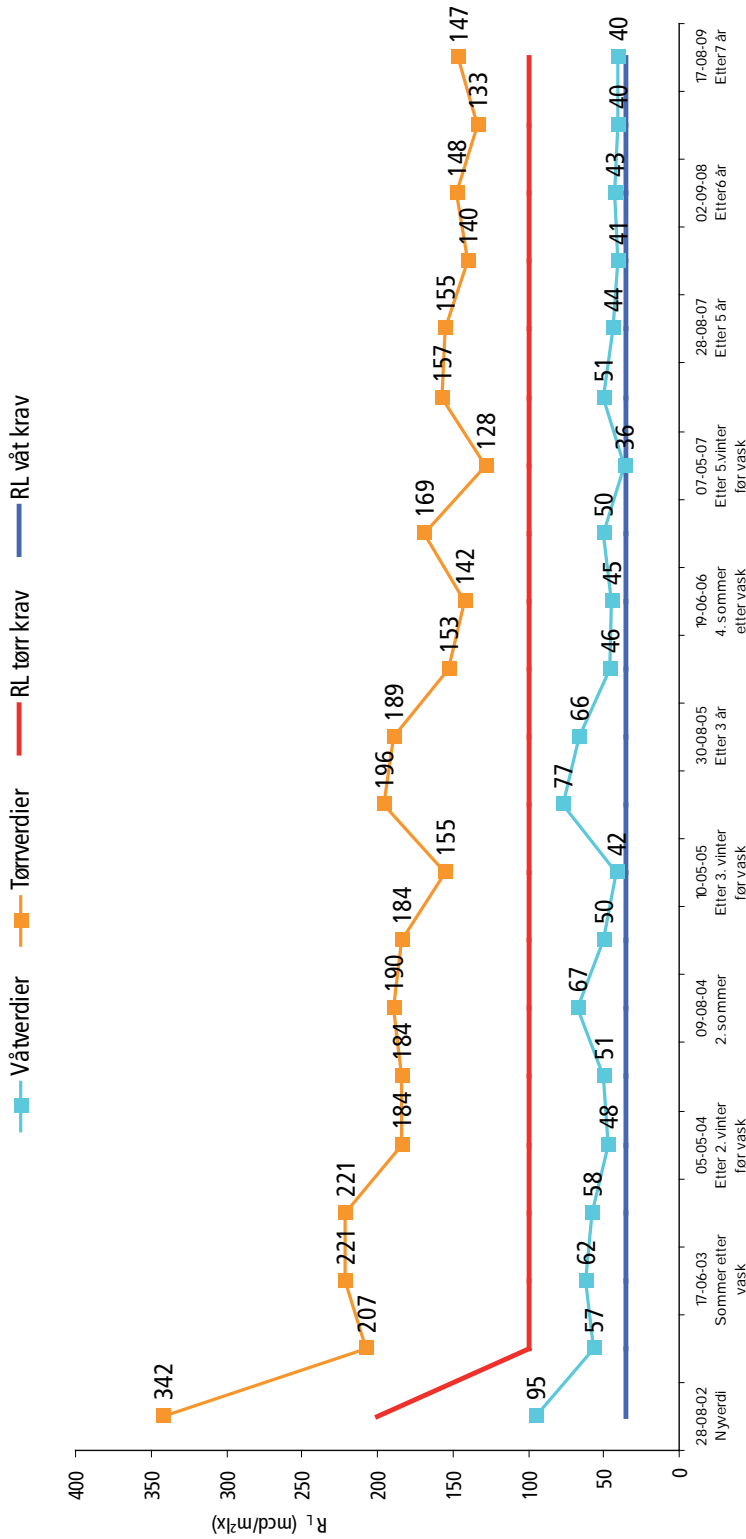
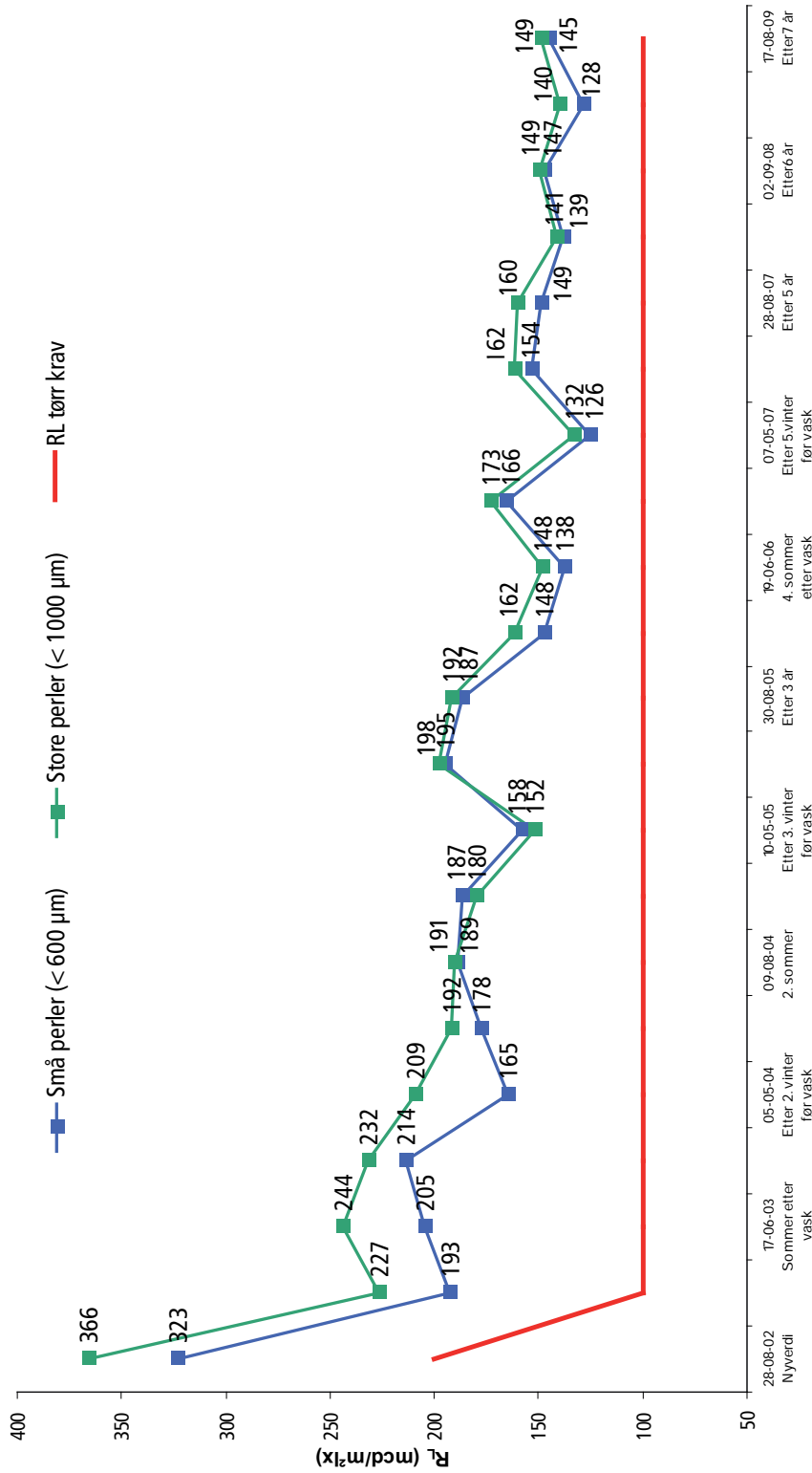


Diagram 1: Gjennomsnittsverdier for retrorefleksjon av nedfrest longflex (LF) rv. 3:

Diagrammet viser gjennomsnittsverdier for alle retrorefleksjonsmålingene, vått og tørt, for begge forsøksstrekningene for nedfrest longflex på rv. 3 i årene 2002-2009. Som man ser ligger alle verdier godt over kravene, både for våt og tørt retrorefleksjon. Det er ikke utført noen vedlikeholdstiltak i denne perioden.



Diagrammene viser resultatetene splittet på tørr- og våtverdier.

Diagrammet viser kun tørrverdiene som er målt. Her er drop on glasset delt inn i to hovedgrupper, såkalt store drop on glassperler med en diameter fra 300-1000 µm, og små drop on glassperler med en diameter fra 100-600 µm. Dette for å kunne se om størrelsen på drop on glasset er av betydning for retrefleksjonsverdiene.

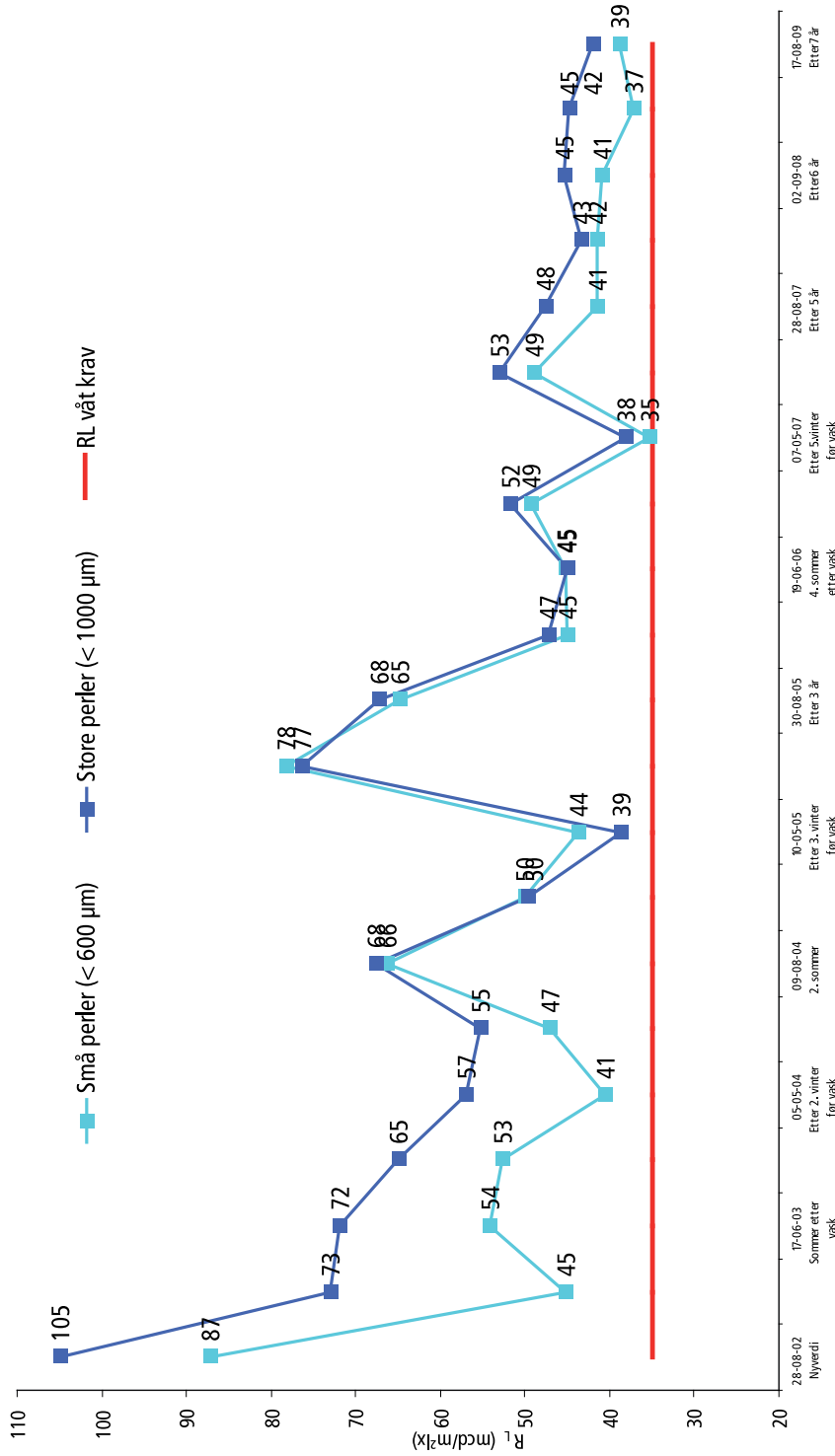


Diagram 3: Våt verdier av retrorefleksjon for nedfrest longflex (LF) rv. 3 våtverdier.

Av diagram 2 og 3 kan vi se at effekten av drop on glassets størrelse hadde en viss betydning i starten av vegoppmerkingens levetid, ca de to første år. Imidlertid er denne effekten ikke lenger tilstede, og vi kan ikke signifikant skille retrorefleksjonsverdiene på basis av store eller små drop on perler. Dette skyldes at det nå hovedsakelig er premix glasset som gir retrorefleksjonsevnen. Det skal bemerkes at våtmålingen i juni 2005 er noe for høy. Det var meget varmt og linjen tørket litt for fort.

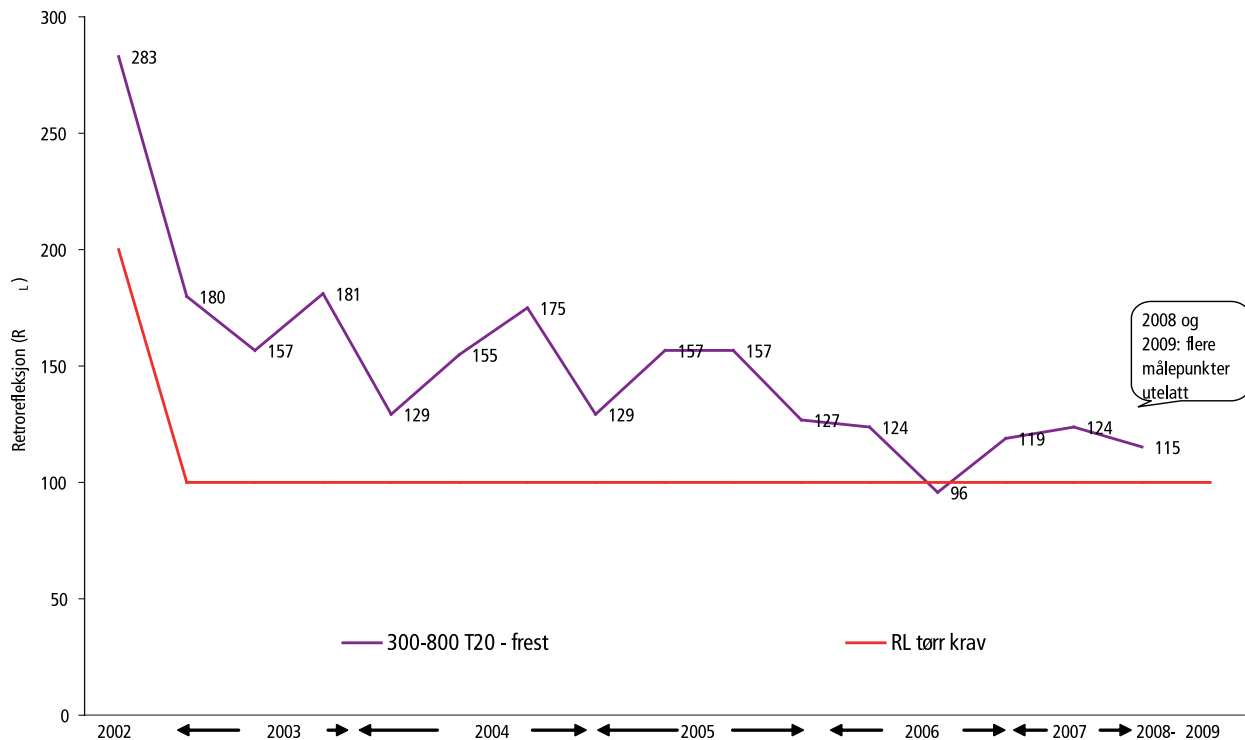


Diagram 4: Tørrverdier for nedfrest longflex på Dovre, E6 Hp20 km 15,5-19,5 (LF)

Det ble ikke målt nyverdier i 2001 på noen av linjetypene. På tradisjonelt lagt longflex ble det ikke målt tørr retrorefleksjon etter reparasjon i 2002. Det var lite snøfall vinteren 2002/2003 og dermed mindre ploging enn normalt. Det har ført til mindre slitasje på linjene. Nedfrest longflex er lagt 2001, mens tradisjonell longflex måtte repareres og legges om igjen i 2002, som følge av at linjen var bortslett etter vintervedlikeholdet vinteren 2001/2002.

I 2005-2009 ble kun den nedfreste longflex'en målt på Dovre. Etter nå å ha ligget i 8 år uten noen form for vedlikehold, holder den fortsatt kravene til tørr retrorefleksjon. I 2008 var det imidlertid synlig slitasje på linjene, og i 2009 var slitasjen så stor at levetiden anses utløpt.

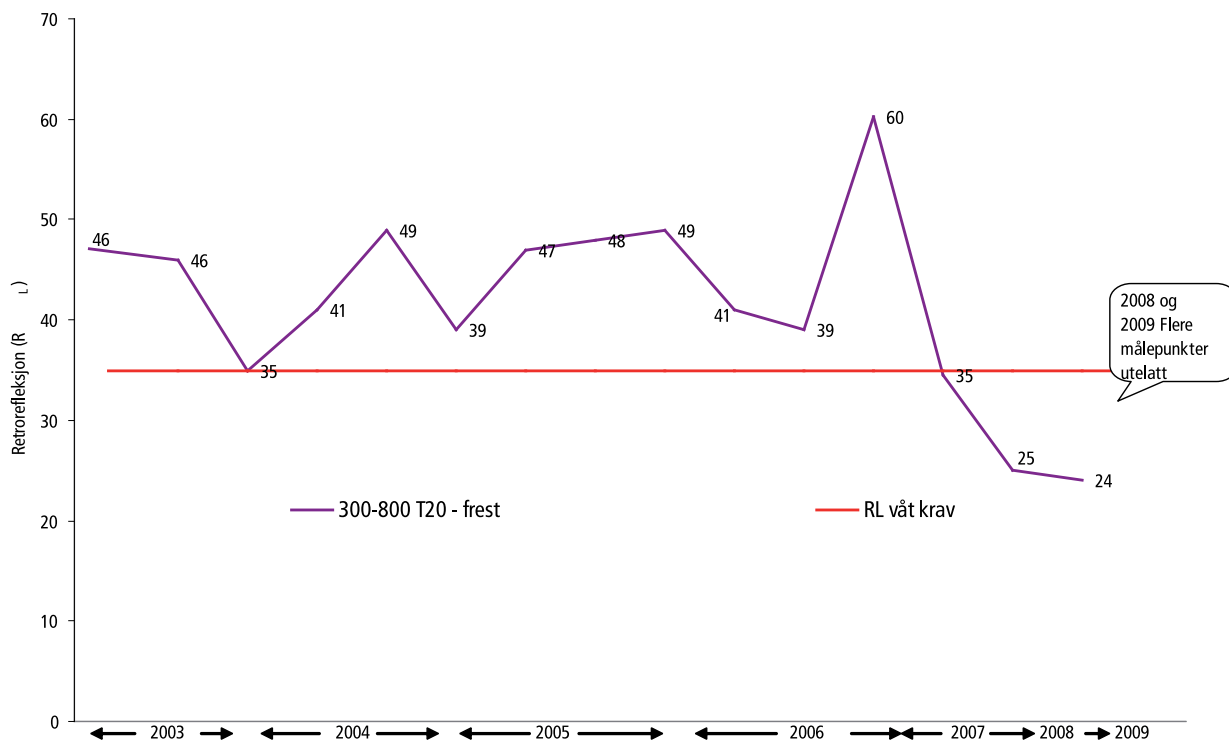


Diagram 5: Våtverdier for nedfrest longflex på Dovre, E6 Hp20 km 15,5-19,5. Utlagt høste 2001 (LF).

Det ble ikke målt våt retrorefleksjon for noen av linjetyperne før våren 2003, to år etter at linjene ble etablert i 2001.

Som man ser av diagrammet opprettholdes også retrorefleksjon i våt tilstand verdier godt over kravet til og med 2007. I 2008 faller funksjonen på våtverdier under kravet.

4.3 Resultater av rumbleflex (RF) utlagt 2002

Nyverdier (august)

Alle verdier er svært høye og linjene gir et godt visuelt inntrykk.

Etter en vinter før vask av linjer (medio mai)

Linjene er ikke så skitne som man antok at de ville være. Toppene av linjene er blitt skadet og enkelte steder er mye av vegmerkingen skallet av, men materialet i gropene er godt bevart. Ingen av våtverdiene overholder kravet, men tørrverdiene klarer seg over kravet med god margin.

Verdier i 2004

Det måtte utføres tiltak på enkelte strekninger av rumbleflex. Tiltak er vurdert ut fra verdier på retrorefleksjon i tørr tilstand målt med mobil Ecodyn utrustning. Gjennomsnittsverdiene av nylagte og gamle linjer klarer kun kravet til retrorefleksjon i tørr tilstand. I våt tilstand klarer ikke rumbleflex å opprettholde retrorefleksjonsverdier til kravet på $35 \text{ mcdm}^{-2}\text{lx}^{-1}$.

Verdier i 2005

I motsetning til nedfrest longflex, hvor det ennå ikke er utført reparasjonstiltak, har det også i 2005 vært nødvendig å utføre enkelte reparasjoner på strekningene med Rumble Flex. Alle reparasjoner er utført med 1mm sprayplast. Omfanget av reparasjonene er 27.133 lm, mot 14.453 lm året før.

Når man studerer diagrammene nedenfor må det tas hensyn til at utviklingen ved de to siste målingene i 2005 gjenspeiler at det er gjennomført en del reparasjoner av linjene.

Generelt sett er det overraskende at våtverdiene faller så mye fra 2. til 3. målerunde i løpet av sommeren.

Verdier i 2006

Også i 2006 har det vært nødvendig med en god del reparasjoner av RF (Rumbleflex) linjene, i motsetning til LF (Long Flex) som heller ikke dette året hadde behov for tiltak. Omfanget av reparasjoner på RF har økt fra år til år, og var i 2006 på hele 42.187 lm I tiden forsøket har foregått, har nå *samtlig*e RF strekninger blitt reparert en eller flere ganger.

Verdier 2007

RF linjene ble målt i mai og juni i 2007, og det ble deretter besluttet å avslutte oppfølgingen av disse forsøksstrekningene. Man anså at prosjektet hadde gitt de svar som var mulig å få om RF. Det ble ikke foretatt reparasjonstiltak i 2007 som faller inn under FoU prosjektet. Måleverdiene for 2007, etter 2006 års reparasjoner, viser gjennomgående at linjene ligger akkurat i grenseområdet for kravet til tørr retrorefleksjon, mens de stort sett ligger klart under kravet til våt retrorefleksjon. Det ville ha vært nødvendig med omfattende reparasjoner i 2007 om RF-linjene skulle klare funksjonskravene en sesong til.

Rumbleflex lagt 2002.



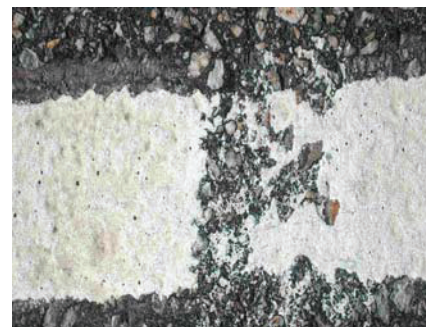
Nylagt rumbleflex på E6 ved Hunderfossen 2002.



Rumbleflex etter en vinter med høvling og ploging.



Nærbilde av nylagt rumbleflex.



Etter en vinter kan man se at enkelte topper er skadet.



Helningen på veien og fresesporet påvirker hvordan vannet blir liggende i gropene under, måling av våt retrorefleksjon.

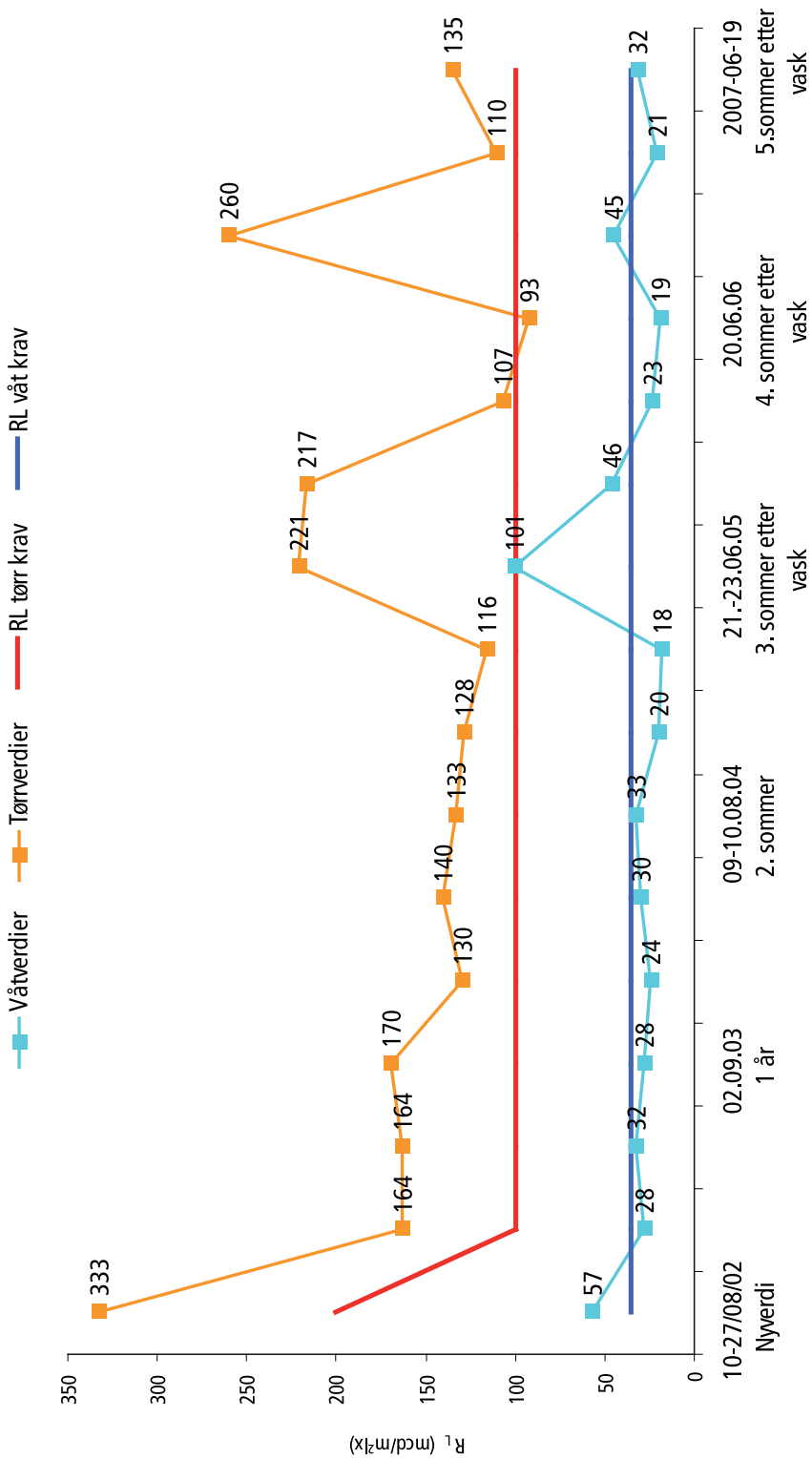


Diagram 6: Gjennomsnittsverdier for retrorefleksjon av rumbleflex på rv. 3 (RF)

Økningen i gjennomsnittsverdiene i 2005 og 2006 skyldes vedlikeholdstiltak.

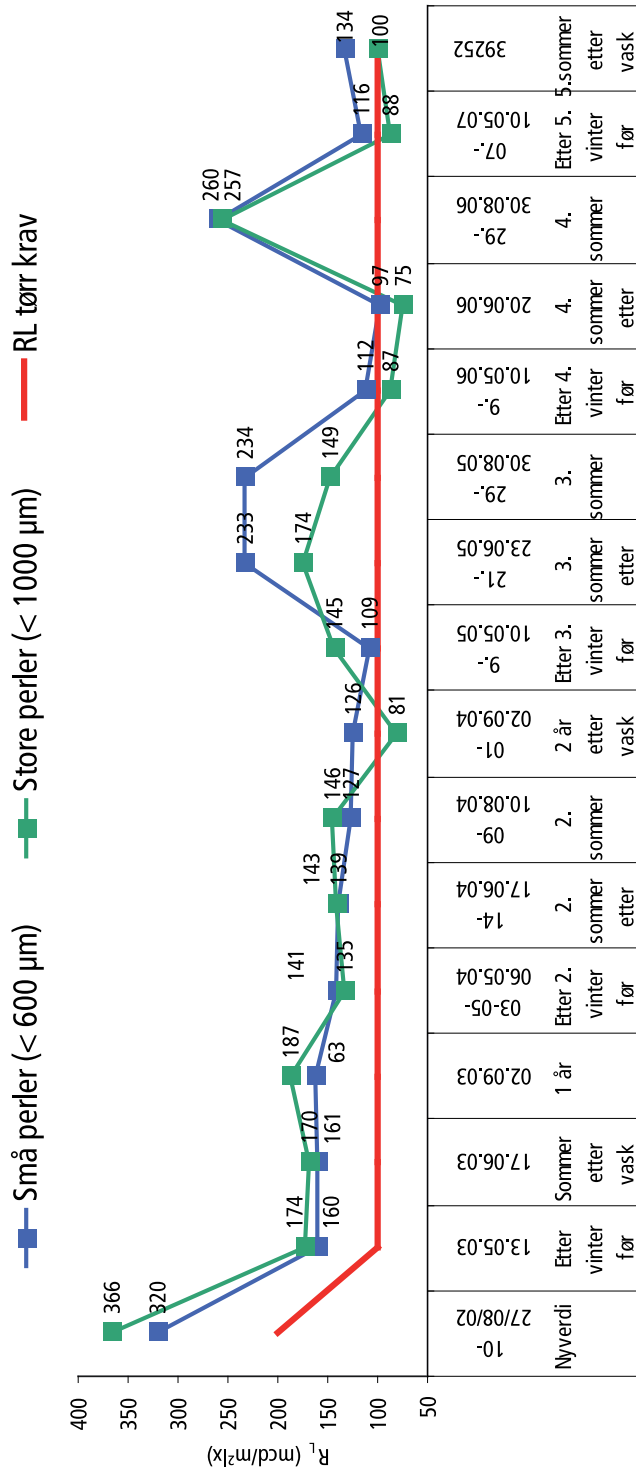


Diagram 7: Tørr verdier av retrorefleksjon for rumbleflex på rv. 3 (RF)

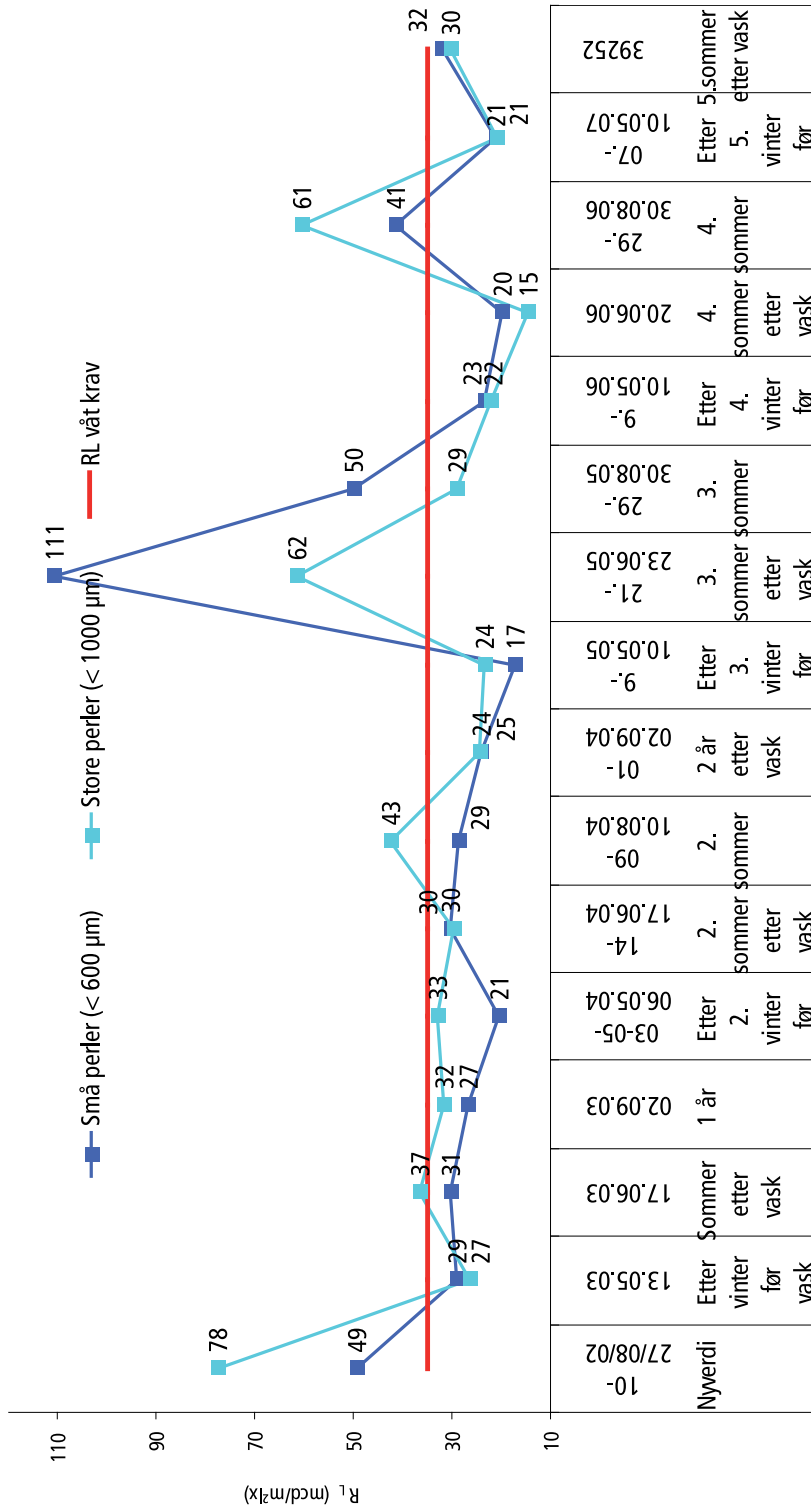


Diagram 8: Våt verdier av retrorefleksjon for rumbleflex på rv. 3 (RF)

Det er gjort tilsvarende målinger og oppfølging av rumbleflex som ble utlagt på prøve-strekningene i 2003. Utviklingstrekkene for disse prøvestrekningene samsvarer godt med de som ble lagt i 2002, og redegjøres derfor ikke nærmere for i denne kortversjonen av rapporten. For mer detaljer om dette vises det til sluttrapporten i fullversjon.

Et tilleggsmoment som ble lagt inn i oppfølgingen av rumbleflex utlagt i 2003, var at kantlinjene ble lagt som 1,0mm og 1,5mm. Dette ble fulgt opp spesielt, og det kan konstateres at linjene på 1,5mm hadde litt bedre slitasjestyrke. Dette hadde imidlertid ikke avgjørende betydning for resultatet av forsøkene.

4.4 Trafikksikkerhetseffekt - ulykkestatistikk

Forsøksstrekningene er fulgt opp med registrering av ulykker i både før- og etterperioden. Datagrunnlaget er ikke tilstrekkelig til å trekke bastante og entydige konklusjoner, men det er registrert en klar positiv tendens til færre ulykker på forsøksstrekningene med forsterkede kantlinjer. Ca. 40 prosent av ulykkene, både i før- og etterperioden har skjedd på vinterføre.

Perioden før tiltak er ulykkesstatistikken for 1995-2002. I denne perioden var det 48 registrerte ulykker, hvorav 24 utforkjøringer og 14 møteulykker. I perioden etter tiltak, 2003-2008, har det vært 21 ulykker, hvorav 16 utforkjøringer og to møteulykker. Det har vært en økning i ÅDT på forsøksstrekningene på typisk 10-25 prosent under perioden forsøkene har pågått.

Av de totalt 22 strekningene i prosjektet har ni (41%) en uforandret ulykkesstatistikk. Fire strekninger (18%) har en forverret ulykkesituasjon, men samtlige av disse har en marginal forverring med én ulykke mer per strekning. Til sammen ni strekninger (41%) har fått en forbedret ulykkesituasjon. På noen av disse strekningene er nedgangen i ulykker markant. For eksempel rv. 3 Hp10 km 29,5-31,6 Furuset hadde i førperioden sju ulykker, hvorav seks var utforkjøring. Etter etablering av rumbleflex kantlinjer i 2003 har det ikke vært en eneste ulykke. Det samme kan sies om rv. 3 Hp15 km 6,27-8,4, Bergrønningen. Her var det sju ulykker med totalt atten personer drept eller skadet i førperioden. Etter etablering av rumbleflex kantlinjer og nedfrest longflex midtlinje i 2002 har det vært null ulykker. På denne strekningen ble det samtidig skiltet med forbikjøring forbudt. Også Strekningene rv. 3 Hp17 km 1,75-3,125 Lonåsen, og rv. 3 Hp17 km 6,435-10,5 Moskaret, hadde begge fire ulykker i førperioden, og ingen etter rumbleflex i 2003 hhv 2002. Også E6 på Dovrefjell, Hp20 km 15,5-19,5, har hatt en positiv utvikling med fem ulykker i førperioden mot én ulykke i 2007. På E6 Dovrefjell ble det etablert nedfrest longflex i 2001.

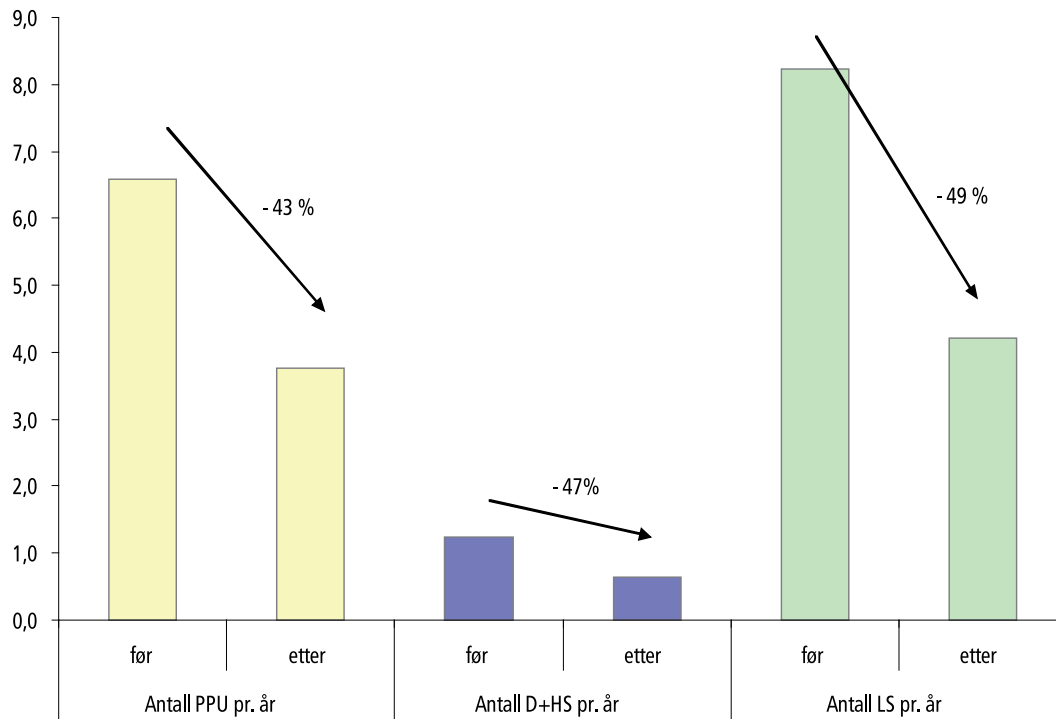
To av strekningene i prosjektet har vært ulykkesbelastet både før og etter utlegging av nye kantlinjer. Dette er rv. 3 Hp17 km 11,58-18,5 Børstubecken, og km 25,4-30,63 Støa. På disse to strekningene har ulykkene ligget på fem til sju stykker både før og etter tiltak. Det skal bemerkes at ved ulykkene på strekningen ved Børstubecken i perioden 2002-2008 var fem av sju på glatt vinterføre, hvor kantlinjen hadde redusert eller ingen effekt. I førperioden skjedde to av fem ulykker på vinterføre på samme strekning.

Kommentar til ulykker registrert i 2003: Alle de tre utforkjøringene skjedde samme dag under det første snøfallet og med særdeles glatt vegbane.

Utvikling i antall personskadeulykker, drepte og hardt skadde og letter skadde. Alle strekninger perioden før og etter.

							Gjennomsnittlig antall per år							
		Målested					Periode- lengde år		Antall PPU per år		Antall D+HS per år		Antall LS per år	
Veg	Hp	fra km	til km	Lengde	Stedsnavn	Utført	før	etter	før	etter	før	etter	før	etter
Rv. 3	9	14,500	15,849	1,349	Øksna N-Rustad S	2003	9	4	0,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,3
Rv. 3	9	18,500	19,500	1,000	Rustad N-Båten	2003	9	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rv. 3	9	21,000	21,800	0,800	Gita syd	2003	9	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rv. 3	10	26,049	27,902	1,853	Opphus N-Kroken gård S	2003	9	4	0,4	0,3	0,0	0,3	0,5	0,3
Rv. 3	10	28,404	29,094	0,690	Kroken gård N	2003	9	4	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3
Rv. 3	10	29,500	31,601	2,101	Furuset S-Furuset N	2003	9	4	0,9	0,0	0,4	0,0	1,4	0,0
Rv. 3	10	32,050	32,534	0,484	Furuset N-Søkkunda S	2003	9	4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
Rv. 3	15	1,200	2,250	1,050	Steimoen nord	2003	9	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rv. 3	15	2,700	4,200	1,500	Berggrønningen syd	2003	9	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
Rv. 3	15	6,270	8,400	2,130	Berggrønningen-Straumen	2002	7	5	0,9	0,0	0,7	0,0	1,0	0,0
Rv. 3	17	0,245	1,175	0,930	Lonåsen bru-Lonåsen N	2003	8	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rv. 3	17	1,750	3,125	1,375	Lonåsen N-Fossen	2003	8	4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0
Rv. 3	17	4,000	6,435	2,435	Fossen N-Skårdalspasset	2003	8	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rv. 3	17	6,435	10,500	4,065	Moskaret-Børstubekken	2002	7	5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
Rv. 3	17	11,580	18,500	6,920	Børstubekken-Bubakken	2002	7	5	0,7	1,2	0,1	0,2	0,7	1,4
Rv. 3	17	19,585	20,200	0,615	Bubakken N-Vektpl. syd	2003	8	4	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3
Rv. 3	17	20,900	22,380	1,480	Vektplassen N	2003	8	4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Rv. 3	17	22,800	23,168	0,368	Estensmo bru	2003	8	4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Rv. 3	17	23,500	24,600	1,100	Estensmo bru-Støa syd	2003	8	4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Rv. 3	17	25,400	30,630	5,230	Støa-Yset	2002	7	5	0,7	1,0	0,0	0,0	0,9	1,4
Rv. 3	18	10,500	14,300	3,800	Børlia-Storfossen	2002	7	5	0,1	0,4	0,0	0,2	0,3	0,2
E6	20	15,500	19,500	4,000	Dovrefjell	2001	6	6	0,8	0,2	0,0	0,0	0,8	0,2
Totalt									7	4	1,2	0,7	8,3	4,2
Endring i prosent									-42,8		-47,2		-49,6	

Gjennomsnittlig antall personskadeulykker og antall drepte, hardt skadde og lettere skadde per år. Alle strekninger samlet, perioden før og etter.



4.5 Kost-/nytte analyse

Nedfrest longflex viser i dette FoU-prosjektet resultater som er langt bedre enn noen annen tradisjonell vegoppmerking. Dette gjelder for funksjonsparameterne tørr- og våt retrorefleksjon. Friksjon har ikke blitt fulgt opp i dette prosjektet, men fra tidligere erfaring vet vi at profilert vegoppmerking alltid klarer friksjonskravene. For rumbleflex er det ikke registrert samme gode holdbarhet når det gjelder fysisk slitasje og retrorefleksjon, men støy- og vibrasjonseffekten kan se ut til å gi et positivt utslag på ulykkesstatistikken.

Etableringskostnaden for nedfrest longflex er kr 19,34 per løpemeter. Dette er basert på nominelle priser for fresing, rengjøring, bortkjøring og linjeutlegging i 2001 og 2002. Tilsvarende for rumbleflex er kr 16,80 per løpemeter ved fresing og utlegging i 2002 og 2003. Kostnadene for både LF og RF inkluderer fresekostnader og andre etableringskostnader. For etablering av tradisjonelle plane linjer på samme tid (2003) er det kalkulert med en løpemeterpris på kr 7,90. I dette tilfellet er en tradisjonell kantlinje en ekstrudert termoplast i tykkelse 3,0mm, som er reparert med en sprayet termoplast i tykkelse 1,0mm.

Over prosjektets løpetid har det kommet på reparasjonskostnader på rumbleflex linjene. For referansen, tradisjonelle plane linjer, er det beregnet kalkulatorisk reparasjonskostnad ut i fra erafaringsnivå. Nedfrest longflex har ikke hatt reparasjonskostnader i denne perioden. Når vi legger til reparasjonskostnader ser det slik ut : Nedfrest longflex kr 19,34, rumbleflex kr 21,89, tradisjonell plan linje kr 15,88. Alle priser er pr løpemeter.

Utregnet på antall år oppmerkingen har vært intakt med opprettholdt funksjon blir resultatet slik:

Nedfrest longflex : kr 2,34 per løpemeter og år
 Rumbleflex : kr 5,00 per løpemeter og år
 Tradisjonell plan : kr 5,29 per løpemeter og år

I tillegg til at den nedfreste longflex linjen har en betydelig lavere årskostnad enn tradisjonelle alternativer, så får man en meget viktig tilleggseffekt i at nedfrest longflex gir optisk ledning tilnærmet hele året. Både på tørr og våt vegbane gir vegoppmerkingen synbarhet og visuell ledning som imøtekommer trafikantens behov. Dette er som oftest ikke tilfelle med tradisjonelle plane linjer.

Analysen viser med all mulig tydelighet at nedfrest longflex er det overlegent mest kostnadsgunstige alternativet, samtidig som det gir best visuell ledning.

	Nedfrest LF	Rumble Flex	Plan hel dr.
Etabler 2001	138 900	Ingen	eksempel
Etablering 2002	430 510	454 250	
Etablering 2003	0	573 070	395 000
Reparasjon 2003	0	0	
Reparasjon 2004	0	55 480	133 000
Reparasjon 2005	0	99 849	133 000
Reparasjon 2006	0	154 826	133 000
Reparasjon 2007	0		
Reparasjon 2008	0		
Reparasjon 2009	0		
Sum kostnader totalt	569 410	1 337 475	794 000
Antall lm 2001	8000	0	
Antall lm 2002	21 440	22 850	
Antall lm 2003	0	38 260	
Antall lm totalt	29 440	61 110	50 000
Kr/lm	19,34	21,89	15,88
Kr/lm/år (vektet alder)	2,34	5,00	5,29

5 Konklusjoner

Ved bruk av profilert vegoppmerking, enten som longflex, rumbleflex eller annen preging eller profilering, oppnås våtfunksjon ved at profileringen får vannet til å dreneres av glassperlene som er i overflaten. På en plan linje dannes det en vannfilm som "drukner" glassperlene i overflaten og dermed skaper totalrefleksjon istedenfor retrorefleksjon. Når i tillegg den profilerte vegoppmerkingen freses ned, slik at den beskyttes mot mekanisk slitasje, får den en mye lenger levetid.

Av dette FoU-prosjektet ser vi at det har vært økonomisk gunstig å velge et oppmerkningsalternativ med en høyere initialkostnad enn tradisjonell vegoppmerking. Ved å bevare den profilerte vegoppmerkingen lenger, ved å frese den ned, er det økonomisk forsvarlig å bruke materialer av høyere kvalitet og mer tilpasset linjetype for å oppnå en bedre funksjon over tid.

Med tanke på at det var standard materialer som ble lagt ut i 2001 og 2002, og med den tids materialteknologi, så bør det være et stort potensial i å anvende denne linjetyper med dagens teknologi. Vi vet at det har skjedd en meget positiv utvikling i materialteknologi i de senere år, og med spesialtilpassede materialer bør det være mulig å få til enda bedre resultater enn på disse prøvestrekningene. For å verifisere dette bør det etableres nye strekninger som følges opp de nærmeste årene.

Konklusjon nedfrest longflex

Strekningen på E6 Dovre falt under kravene for første gang i 2009. Nedfrest longflex har dermed hatt en levetid på 8 år på denne strekningen. På rv. 3 nord for Kvikne ble prøvestrekningen delvis reasfaltert i 2009. Den nedfreste longflex'en på denne strekningen klarte dermed kravene i hele dekkets levetid. På rv. 3 sør for Kvikne er strekningen med nedfreste longflex fortsatt intakt, og innfrir både våt- og tørrkrav etter sju år uten tiltak. Denne strekningen blir målt også i 2010.

En klar konklusjon ser ut til å være at nedfrest longflex viser de overlegent beste resultatene, når det gjelder R_L tørr og våt, og optisk ledning. Linjene er etter syv år nærmest helt inntakt, på en veg hvor det tunge vintervedlikeholdet vanligvis sliter bort store deler av oppmerkingen i løpet av en vinter. De siste par år har man kunnet observere en viss forvitring, uten at det har gått vesentlig ut over retrorefleksjonen. Delobjektene med nedfrest longflex har etter tre år gjennomsnittlige R_L verdier på ca $200 \text{ mcd} \times \text{m}^2 \times \text{lx}^{-1}$. Etter sju år ligger verdiene fortsatt på ca $140\text{-}150 \text{ mcd} \times \text{m}^2 \times \text{lx}^{-1}$.

Konklusjon rumbleflex

Tendensen til større slitasje og funksjonstap er åpenbar. Imidlertid kan man ut i fra analysen av rumbleflex fra 2003, trekke konklusjonen at linjene som ble lagt i 1,5mm har vært noe mer holdbare enn de som ble lagt i 1,0mm. Dette gjelder både mekanisk slitasje og retrorefleksjon. Det har likevel, uansett tykkelse, vært et gradvis økende behov for vedlikehold av linjene. Dette har medført at det ikke har vært noe å hente i en bedre kostnadseffekt for denne linjetypen.

Selv om man ikke kan konkludere med bedre kost-/nytte og retrorefleksjonsverdier over tid med rumbleflex, så er det sannsynlig at oppmerkingen har hatt en positiv effekt på ulykkesstatistikken. Synbarheten har ikke nødvendigvis vært bedre på disse linjene, men rumleeffekten har antagelig forhindret noen utforkjøringsulykker.

Videre planer

Det er i 2005 etablert et nytt prøvefelt på rv. 20 20 Haslemoen, hvor det er lagt ut seks linjetyper : nedfrest longflex, nedfrest Dråpeflex, rumbleflex, nedfrest plan, tradisjonell longflex og som referanse tradisjonell plan. Prøvefeltet vil bli fulgt opp med Ecodyn og manuelle målinger. Det vil i tillegg bli utført støymålinger i dette prosjektet. Rapport vil foreligge høst/vinter 2010.

I 2009 har det blitt etablert en rekke forsøksstrekninger i Statens vegvesen Region Sør og Region Øst der forskjellige varianter av vegoppmerking i – og ved sinusfresespor blir prøvd ut. Sinusfresingen skal gjøre at støyen og vibrasjonene som genereres ved overkjøring skal merkes i bilen, men ikke utenfor. Man vil da muligens kunne oppnå samme gode effekter som ved nedfrest longflex, men uten at det genereres støy til omgivelsene.

Anbefaling

Dette FoU-prosjektet dokumenterer at høyverdig profilert og nedfrest vegoppmerking gir en visuell ledning gjennom året som er overlegen tradisjonell vegoppmerking. Bedre retrorefleksjon under både våte og tørre forhold gir bedre komfort og sikkerhet for trafikantene.

En langt bedre holdbarhet enn tradisjonell vegoppmerking gir også en overlegen økonomisk effekt, til tross for høyere initialkostnader. Kostnaden per leveår for nedfrest longflex er i dette forsøket ca. 65 prosent lavere enn tradisjonelle plane linjer.

En åpenbar konsekvens av dette prosjektet er at bruk av nedfrest longflex eller lignende alternativer burde få en langt større anvending på vegnettet i Norge.

6 Litteratur og referanser

- 1 Håndbok 062 – Trafikksikkerhetsutstyr – Tekniske krav – Del 6 Vegoppmerking
- 2 Vedlegg til NA-Rundskriv nr. 2006/11 – Metode for funksjonskontroll av vegoppmerking
- 3 NA-Rundskriv nr. 20000/18 – Retningslinjer for bruk av profilert vegoppmerking
- 4 Sveis sak nr. 2004048679 – Sluttrapport FOU-prosjekt fullrapport – Nedfrest vegoppmerking i Hedmark og Oppland



Statens vegvesen