

Historien om utviklingen av vegerekker i Norge

AV ARNULF INGULSTAD



Et tidlig stabbesteinrekkeverk, bestående av en jernstand boltet til oppsatte stabbesteiner langs vegen, fra Vaatekleiven på veganlegget Dalen - Mo - Vinje i Telemark. Bildet inngår i samlingen "Vegdirektørens fotoalbum", bilder fra ulike veganlegg og vegmiljøer fra 1850 til 1924.

Historien om utviklingen av vegrekkverk i Norge

AV ARNULF INGULSTAD

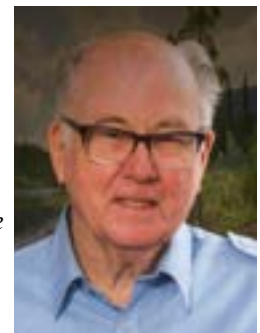
De første former for vegrekkverk ble tatt i bruk lenge før bilene kom til landet. De besto av stabbesteiner som var plassert med en viss avstand fra hverandre. Etter hvert som bilene gjorde sitt inntog ble det behovet for en bedre sikring mot utforkjøring. Dette ble løst på to måter; ved at steinene ble plassert inntil hverandre slik at det ble en sammenhengende mur langs vegen, eller ved å feste en langsgående treplanker eller stålrør på toppen eller på siden av stabbesteinene mot vegen. Med økende bilpark fra tidlig 60-tallet kom kravet om retningslinjer om bruk av rekkverk, og de første rekkverknormalene kom i 1968. Det er i dag godkjent ca 220 forskjellige vegrekkverk og 20 forskjellige ettergivende endeavslutninger.

Stabbesteinene ble gradvis byttet ut med fabrikkproduserte betongblokker. Disse hadde først en rektangulær form, men ble etter hvert produsert med en skrå sidekant som ble påmontert tykke treplanker mot vegen (se bilder neste side). Dermed kunne bilene skli langs rekkverket og unngå å havne utforkjøring ved en påkjørsel.

Det ble også tatt i bruk skråstilte impregnerte trestolper for feste av treplankene. På et anlegg i Hedmark ble det satt opp et rekkverk bestående av tre langsgående vaiere festet til jernstolper med en meters mellomrom.

I Meddelelser fra Veidirektøren, i august 1930, gir overingeniør Saxegaard en oversikt over vegrekkverk som er blitt benyttet i Akershus. Han påpeker behovet for bedre retningslinjer for hvilke vegrekkverk som skal brukes av Vegvesenet. Han lister også opp fem punkter med beskrivelse av krav han mener må stilles til nye vegrekkverk.

Arnulf Ingulstad (født 1935) ledet fra 1979 Vegdirektorets innkjøpskontor, senere kalt Maskin og Materiellkontoret (MMK). Han ble pensjonist i 2005. (Privat foto)



Mye tyder på at det var liten utvikling av vegrekkverk her i landet frem til midten av 1960-årene. Men i 1960 ble salg av biler frigitt. Det skjedde da en stor økning av bilparken og av trafikkulykkene.

I 1965 skrev sivilingeniør Sven Urving ved Transportøkonomisk institutt en omfattende artikkel i Norsk Vegtidsskrift om vegrekkverk. Han slår der fast at utforkjøringene utgjorde ca 10 prosent av trafikkulykkene og at det var et klart behov for bedre beskyttelse av tra-



Veien ved Sjømannskolen med stabbesteiner som rekkverk. Christiania havn som bakgrunn. (Postkort Atlantis Antikvariat)



Rekkverkmur av steiner i Ottadalen (Foto gjengitt i "Meddelelser fra Veidirektøren", 1930)

Rekkverk med gjennomgående planke i støpte stolper, i bruk like ved Bingsfoss bru i Akershus. (Foto fra "Meddelelser fra Veidirektøren", 1930)



Rester av Saxegård's skrårekkverk er fortsatt synlig ved Minnesundbruene. Vegen her kom opp fra den første vegbrua, dvs to konstruksjoner hengt på hver side av jernbanebrua (bygd i 1879 og gitt dagens imponerende midtspenn i 1913). Denne løsningen og dette rekkverket var i bruk fra 1925 og frem til den nye Minnesundbrua, i dag Langset bru til høyre, kom i 1959. (Foto: Håkon Aurlien).

fikantene. Frem til 1965 var det stort sett brukt trekkverk av ulike typer og betongrekkverk enten støpt på stedet eller satt sammen av prefabrikerte lameller. Han nevner at stålrekkverk i de siste årene var kommet til anvendelse i enkelte distrikter.

Han avslutter artikkelen med å etterlyse retningslinjer og forskrifter for hvor rekkverk skal settes opp, rekkverktyper som skal benyttes på aktuelle vegstrekninger, materialspesifikasjoner og monteringsanvisninger. Han anbefaler stålskinnerekkverk festet til trestolper som det beste alternativet, men fordi dette er mest kostbart peker han på betongrekkverk og vaierrekkverk som alternativ på mindre trafikkerte veier.

VEGNORMALER OG SENTRALE INNKJØP

I Vegdirektoratet startet arbeidet med å utarbeide Vegnormaler hvor vegrekkverkernes utforming ble behandlet. Disse var ferdige i 1968. I Vegnormalens krav til stålskinnerekkverket (kalt W-skiner) festet til trestolper, skulle disse ha et A-profil antakelig utviklet i USA. Disse var i stålkvaliteten St.37, hadde 31 cm bredde, 3 mm veggtykkelse, 4 m lengde, var varmgalvanisert og festet til stolpen med en utblokkingsbøyle. Stålskinen ble avsluttet på forskjellige måter med avskåret eller kort avrundet ende.

Felles for alle avslutningene var at de var livsfarlige å kjøre inn i. Trestolpene



Rekkverknormalene fra 1968 stilte krav om W-stålskinne med A profil. (Foto fra Håndbok 166)
Innfelt, utblokkingsbøyle for montering mellom stålskinne og stolpe. (Foto: Arnulf Ingulstad)

skulle være runde med en diameter mellom 14 og 16 cm. De skulle være impregnerert med en blanding av kopper, krom og arsen for å oppnå en akseptabel levetid i den delen som skulle slås ned i bakken.

Disse kravene ble lagt til grunn for sentrale innkjøp av stålskinneverk foretatt av Vegdirektoratets innkjøpskontor første gang i 1969.

Det er interessant å se at det da blir lagt opp til en omfattende bruk av stålskinneverk i fylkene. Antakelig skyldes dette kunnskap om gode erfaringer i utlandet, først og fremst USA.

Flere norske importører av stålskinneverk hadde levert mindre partier til noen vegkontorer og erfaringene fra disse fylkene som Urving omtaler, har antakelig også vært meget positive.

Innføring av denne skinnetyper

skjedde meget raskt. Som eksempel kan nevnes at det i 1971 ble gjort innkjøpsavtaler med tre norske rekkverkprodusenter; Årdal og Sundal Verk, Vik Verk og Lade Metall om levering av skinner av stål produsert av Norsk Jernverk. Det ble også gjort avtaler med norske produsenter om levering av runde trestolper.

Stålskinneverket ble godt motatt i fylkene og ble etter hvert helt dominerende. Selv om betongrekkverk med litt forskjellig utforming fortsatt ble brukt, var det stålskinneverket som ble foretrukket på de fleste veger i Norge.

KJØP AV REKKVERK

I 1978 overtok jeg ledelsen av innkjøpskontoret. Kontorets ansvarsområder omfattet da innkjøp av maskiner, fastsettelse av fylkenes maskinbudsjetter og leiepri-

En ulempe med stålskinneverkene var at trestolperne knakk eller ble revet opp ved påkjørsler. Testing førte til at det ble satt på en muffe i plast. (Foto: Arnulf Ingulstad)

ser, oppbygging av vegvesenets interne radiosamband, budsjett og oppføring av driftsbygninger samt større materiellanskaffelser som salt, sprengstoff, slitestål, arbeidsklær, vegskilt og vegrekkverk.

Det årlige innkjøpet av stålskinneverkene lå i 1969 på 9 mill kroner. Det var 300 000 meter med en meterpris på ca 30 kr. Innkjøpene økte jevnt frem til 1995 som var det siste året det ble foretatt sentrale kjøp. I 1995 ble det innkjøpt rekkverk for ca 20 millioner kroner med en meterpris på ca 50 kr. Innkjøpsavtaler av trestolper ble også foretatt sentralt, men vegkontorene tok hånd om innkjøp av betongrekkverk.

Etter hvert ble det bare to norske produsenter av stålskinneverk som konkurrerte om leveransene til Vegvesenet. Det var Lade Metall i Trondheim og Vik verk i Sogn. For begge var leveranser til vegvesenet av stor betydning og konkurransen var ofte hard.

Det hendte ved flere anledninger at en av leverandørene lå med en klart lavest pris og derfor skulle fått hele leveransen til vegvesenet. Men når vi så hvilke dramatiske konsekvenser dette ville medføre for den andre tilbyderer, ga de såkalte Innkjøpspolitiske retningslinjer oss instruks



om at avgjørelsen skulle gis en politisk vurdering. Vi sendte da saken over til Samferdselsdepartementet med vår innstilling. Ut fra distriktpolitiske hensyn ble denne ofte overprøvet av departementet, og dette førte til en deling av innkjøpet.

TESTING AV VEGREKKVERK

Ansvaret for de norske reglene for rekkverk, som var endel av vegnormalene, lå på vedlikeholdsavdelingen i Vegdirektoratet. Maskin og materiellkontoret (MMK) sto for innkjøpene og testing.

I Europa foregikk det imidlertid et arbeid med å utarbeide internasjonale krav til vegrekkverk (EN 1317). Disse ble vi etter hvert kjent med og i 1994 tok jeg kontakt med Vegteknisk Institutt (VTI) i Linkøping for å få utført de første testene av våre mest brukte rekkverk etter EN krav.

Dette var innledningen til en verdifull og hyggelig kontakt med Jan Wenell som var VTI's nøkkelperson på vegrekkverk og som deltok i det internasjonale arbeid med krav til vegrekkverk.



I 1987 ble det gitt et alternativ til trestolpene, Zigma stålstoelper. (Foto: Arnulf Ingulstad)

alyfying item is the behaviour of the wooden poles».

Dette var altså ikke akseptert i EN kravene. Men i Norge var disse kravene på det tidspunkt ikke gjeldene.

Våre regler var omhandlet i håndbok 017 Veg og gateutforming som var ferdig i 1992 og håndbok 166 Rekkverk som var en veiledning til håndbok 018 Vegbygging. Disse hadde ingen krav om fullskalates-ter og krav om rekkverkets og bilens opp-førsel under kollisjonstestene som angitt i EN 1317. Stålskinnerekkverk festet til trestolper ble derfor fortsatt tillatt brukt i Norge.

Men det var også andre EU krav som gjorde seg gjeldene på denne tiden. Det var krav om å stanse bruken av farlige stoffer i naturen og i arbeidslivet.

Våre trestolper var først innsatt med kreosot, men dette ga utslett og sår på huden. Kreosoten ble derfor erstattet med en trykkimpregnering bestående av kop-per, crom og arsen. Denne impregnerin-gen skulle gi stolpene en levetid i bakken på ca 30 år.

Trestolpene kunne til å begynne med ha et firkantet tversnitt eller være runde med en diameter mellom 13 og 17 cm. I 1987 ble det imidlertid bestemt at stolpene skulle være dreid med en diameter på 14 cm. Det ble også bestemt at vegkontorene kunne velge mellom trestolper eller stål-stolper kalt Z-stolper, som var standard i Sverige og de fleste Europeiske land. Det var imidlertid først ved århundreskiftet at stålstoelperne for alvor tok over markedet fra trestolpene i Norge.

Saksbehandler Kjell Erik Kleven fra MMK utførte høsten 1994 tester ved VTI's testbane av stålskinnerekkverket festet til standard trestolper utstyrt med utblokkingsbøyer og med 4 meters stol-peavstand. Utblokkingsbøyer og 4 meters stolpeavstand var norsk standard på det tidspunkt. Det ble utført to tester, en med standard stålskinne med 3 mm tykkelse og en med 2 mm tykkelse som et eksperi-ment. Begge ble testet med lett bil på 825 kg, påkjøringshastighet 100 km/t og 20 graders påkjøringsvinkel etter CEN stan-darden EN 1317-1 test TB 11.

Resultatene var nedslående. Dår-ligst ut kom 2 mm-skinne, men ingen av rekkverkene kunne godkjennes fordi tre-stolpene sprakk, ble brukket av og løstet fra rekkverkskinne. Store deler av stol-pene ble kastet ut til siden med stor has-tighet.

Konklusjonen på VTI's rapport var følgende: «Tested items is judged not to fulfill requirements according to CEN EN 1317- 1 and 2, at level N2. The main disqu-

Bil og rekkverk etter test av plaststoelper ved VTI. (Foto: Arnulf Ingulstad)



MILJØKRAV TIL STOLPER.

Maskin og materiell-kontoret (MMK) som innkjøpskontoret i 1987 var omdøpt til, hadde ikke ansva-ret for kravene til vegrekkverk. På grunn av de dårlige resultatene, så jeg det likevel som en utfor-dring å finne frem til en erstatning for tre-stolpene.

Jeg begynte å vurdere tykkveggede plastrør som en mulighet. I 1997 fikk MMK utført 2 nye tester ved VTI. Den ene var igjen med trestolper, men denne gan-gen med en 35 cm lang plasthylse rundt den øverste delen av stolpene. Dette for å holde trestolpen samlet ved påkjøring slik at det ikke skulle kastes deler av stol-pene ut til siden. Den andre testen var med plaststoelper i form av tykkveggede rør med samme diameter som trestolpene på 14 cm og med 16 mm veggtykkelse.

Testen denne gangen var betydelig tøffere med bilens vekt økt fra 825 kg til 1500 kg, men med hastighet på 80 km/t (TB 31). Plasthylsene og plaststoelperne var laget av polyetylen og produsert av firmaet Hallingplast i Ål.

Det viste seg at trestol-pene utstyrt med plasthylser holdt trestolpene samlet og

fast til rekkverket. De kunne denne gang godkjennes etter EN 1317 kravene.

Da vi skulle teste rekkverket festet til plastrør lo det svenske testmannska-pet og var svært skeptiske til ideen. Men da testen var over, stoppet latteren. Plast-stolpene ga nemlig utrolig gode resultater med meget liten skade på bil og rekkverk, liten utbøying av rekkverket til siden, en kort og fin føring av bilen mot rekkver-ket som avslutning på kollisjonen. Og til vår store forbauselse, stolpene rettet seg opp etter kollisjonen. Resultatet av av de to testene ble tegnet inn i nedenstående

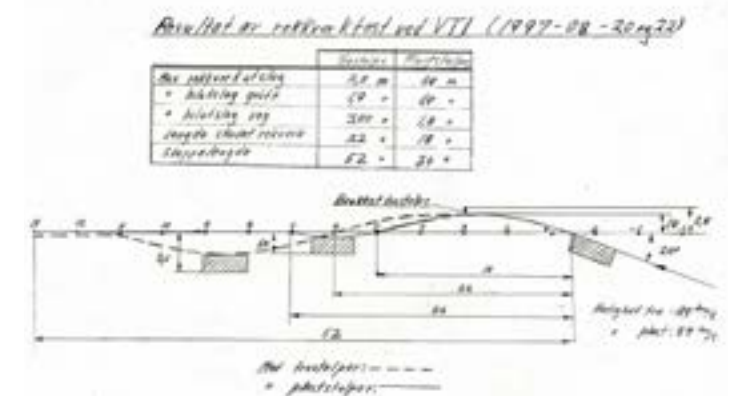


diagram. Forklaringen på de gode resultatene var åpenbart plastens evne under deformasjonen til å absorbere store mengder energi.

I min rapport om resultatene til Kjell Levik som da var leder for driftsavdelingen, påpekte jeg at det fortsatt kunne benyttes trestolper, men at stolpeavstanden burde reduseres til 2 m og i tettbygde strøk ha plasthylser rundt trestolpene. Jeg konkluderte med et forslag om at vi burde sette opp en prøvestrekning med plaststolper.

Levik fant rapporten meget interessant. Han sa seg enig i å sette opp en prøvestrekning i løpet av vinteren. I 1998 ble den første strekningen med stålskinne-rekkverk festet til plaststolper satt opp på vegen fra Kjellerbru mot Lillestrøm.

OVER TIL BRUTEKNISK SEKSJON

I 1999 førte omorganiseringen av Vegdirektoratet til at min stilling som leder av MMK ble lagt ned. Jeg fikk da tilbud om å fortsette på bruteknisk seksjon og delta i arbeidet med å ta frem en rekkverknormale Håndbok 231, som skulle erstatte temaet rekkverk i alle publikasjoner og retningslinjer som behandlet rekkverk.

Bakgrunnen for å lage en slik normal var ny felles europeiske testkrav for rekkverk og ønsket om at alle krav vedrørende rekkverk skulle koordineres og være tilgjengelige i en publikasjon. Jeg sa ja til dette og begynte i teknologiavdelingen i bruteknisk

seksjon. Arbeidet med rekkverknormalen, utvikling, testing og godkjenning av vegrekkverk var ledet av sjefingeniør Otto Kleppe. Egil Haukås spilte også en viktig rolle i arbeidet med rekkverknormalen og godkjenning av vegrekkverk. Han var en dyktig fagmann som det var meget lett å samarbeide med.

Håndboka ble basert på de europeiske retningslinjene for testing og godkjenning av veg rekkverk EN 1317 del 1-6, som er utarbeidet i regi av CEN (Comite Europeen de Normalisation) og fastsatt av Norges Standardiseringsforbund som NS-EN 1317 del 1-6. Håndboka ga også et regelverk for oppsetting og utforming av vegrekkverk og sideterreng. Arbeidet med Håndboka tok lengre tid enn planlagt og ble først ferdig i 2003.

NORMALER OG GODKJENNINGS-TESTER AV REKKVERK

EN 1317 angir forskjellige styrkeklasser for rekkverk og hvilke tester de forskjellige styrkeklasser krever (se nedenfor).

Styrkeklasse	Testkriterier			Teoretisk energipåttak til sammenstøting	Anvendelsesområde
	Test	Påkjørings hastighet	Påkjørings vinkel		
T1	TB 21	80 km/t	9°	1 500 kg	6,7 kJ/m
T2	TB 22	80 km/t	15°	1 500 kg	21,0 kJ/m
T3	TB 41	70 km/t	9°	10 000 kg	36,6 kJ/m
	TB 71	80 km/t	9°	1 500 kg	6,7 kJ/m
N1	TB 11	80 km/t	20°	1 500 kg	43,3 kJ/m
	TB 32	110 km/t	20°	1 500 kg	11,9 kJ/m
N2	TB 11	100 km/t	20°	900 kg	40,8 kJ/m
	TB 42	70 km/t	15°	10 000 kg	126,6 kJ/m
H1	TB 11	100 km/t	20°	900 kg	40,8 kJ/m
	TB 51	70 km/t	20°	13 000 kg	287,5 kJ/m
H2	TB 11	100 km/t	20°	900 kg	40,8 kJ/m
	TB 61	80 km/t	20°	16 000 kg	462,1 kJ/m
H3	TB 11	100 km/t	20°	900 kg	40,8 kJ/m
	TB 71	80 km/t	20°	10 000 kg	322,8 kJ/m
H4a	TB 11	100 km/t	20°	900 kg	40,8 kJ/m
	TB 81	60 km/t	20°	18 000 kg	724,8 kJ/m
H4b	TB 11	100 km/t	20°	900 kg	40,8 kJ/m

Arbeidsbredde (a), verdier av 1 meter								
W-klasse	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8
Arbeidsbredde	≤ 0,6	≤ 0,8	≤ 1,0	≤ 1,3	≤ 1,7	≤ 2,1	≤ 2,5	≤ 3,3



Nye tester måtte til. Her kollisjon med et N2 rekkverk på Lista. (Foto: Arnulf Ingulstad)

Den mest aktuelle styrkeklassen for rekkverk langs norske veier har betegnelsen N2 og krever to tester med påkjøringer kalt TB 11 og TB 32.

I TB 11 kreves det at en personbil med vekt 900 kg kjøres inn mot rekkverket i 20 graders vinkel med 100 km/t. I TB 32 kreves at personbil med vekt 1500 kg kjøres inn mot rekkverket i 20 graders vinkel med 110 km/t. For at rekkverket skal godkjennes må rekkverket føre bilen tilbake på veien uten at den velter eller går over i motsatt kjørebane.

Det er for alle styrkeklasser angitt grenseverdier for bilens og rekkverkets oppførsel. Instrumenter montert i bilen og testdukken i bilen registrerer verdier under kollisjonsforløpet. To høyhastighetskamerar filmer kollisjonsforløpet med et stort antall bilder pr. sekund.

Som følge av de nye rekkverknormalene sto vi overfor et arbeid med å teste og få godkjent alle rekkverkstyper som hadde vært satt opp og brukt i Norge. Dette var

stålskinnen festet til trestolper, stålstolper og plaststolper. Disse kunne være montert med 2 og 4 m stolpeavstand og være montert med og uten utblokkingsbøyler. Vi stod overfor en formidabel oppgave med testing av alle disse variantene. De fleste skulle ha N2 godkjenning som krevde påkjøringene TB 11 og TB 32.

Testene MMK hadde gjort ved VTI hadde gitt oss store kunnskaper, men testene måtte gjøres på nytt fordi EN 1317 kravene var blitt noe endret og fordi vi da hadde valgt styrkeklasse N1 i stedet for N2. Men hvor skulle alle disse testene utføres?

VTI var utstyrt for å klare de 6 EN testene. Men de hadde mange oppdrag fra Vegverket og fra svenske produsenter. Og vi hadde erfaringer for at VTI brukte svært lang tid på å ferdigstille rapportene etter at testene var utført. Men det som skjedde under utarbeidelsen av Rekkverknormalen var at den uavhengige stiftelsen Agderforskning fikk interesse for testing

av rekkverk, skiltstolper, lyktstolper mm.

Den nedlagte flyplassen på Lista med sine taksebaner ga et utmerket grunnlag for slik testing som krevet stor plass og tillot store hastigheter. Som følge av en omorganisering av Vegvesenet, ble ansvaret for testing og godkjenning av rekkverk overført til bruteknisk seksjon. Vi stilte oss meget positive til en virksomhet på Lista som ga kompetanseoppbygging innen rekkverktesting.

I løpet av årene fra 1998 til 2005 ble det antakelig utført rundt 50 kollisjonstester på Lista hvorav de fleste var utført for Vegdirektoratet. I tillegg til testing av stålskinnerekkverk ble det utført endel tester av betongrekkverk og brurekkverk med påkjøring av buss i en spesielt sterk rekkverkklasser H2.

Agderforskning stilte med en gruppe på fire mann hvorav en filmfotograf. Gruppen ble ledet av Kjell Robbersmyr. Han var en mann det ofte var vanskelig å få tak i, men han ledet en meget dyktig og hyggelig gjeng som det var artig å jobbe sammen med.

Testene på Lista bød på en rekke utfordringer for fagfolkene fra Høyskolen i Aust Agder. Det største problemet var å få testbilene opp i fastsatt hastighet. Hastigheten måtte alltid ligge over denne, men ikke mer enn 8 prosent høyere. Ved avvik måtte testene kjøres på nytt.

Hastigheten på testbilene med testdukke ble til å begynne med oppnådd ved hjelp av en kraftig brannbil som med et taljesystem trakk testbilene opp i riktig hastighet.

Det tok endel tid og mange forsøk før dette systemet ble stabilt. Til slutt ble brannbilen byttet ut med en kraftig BMW

personbil som dyttet testbilene inn mot rekkverket og svingte ut til siden og slapp testbilene før den gikk inn i rekkverket.

Jeg overvåket de fleste testene bruteknisk seksjon fikk utført på Lista. Det var ofte dramatisk å følge testene og se hvordan biler og busser oppførte seg under kollisjonen, og vite at det bak hver test lå en stor mengde beregninger og en prislapp ofte på flere hundre tusen kroner. Det var utrolig spennende å studere slow-motion-opptakene og lese av resultatene som avgjorde om rekkverkene kunne godkjennes eller ikke.

Ut fra vellykkede tester på Lista og informasjon om rekkverk som var testet og godkjent i Sverige, ble det etter hvert utarbeidet en liste over godkjente rekkverk som kunne brukes i Norge. Stålskinnerekkverkene ble godkjent med feste til plaststolper og stålstolper med 2 og 4 meters stolpeavstand og med og uten utblokkingsbøyle. Med feste til trestolper ble rekkverket bare godkjent med 2 meters stolpeavstand fordi TB 32 testene viste at 4 meters stolpeavstand ga et for dårlig rekkverk.

Testene av stålskinnene festet til stålstolper med Z profil som var blitt en standard i Europa og i Sverige, ga greie resultater og ble godkjent. Og stålstolpene overtok etter hvert mer og mer av markedet på bekostning av trestolper og plaststolper.

Vi vurderte å forby bruk av trestolpene. Trestolpene var fortsatt godkjent til bruk langs vei, men kopper, crom og arsen (CCA) er det lite ønskelig å få ut i naturen. Spesielt farlig er arsen.

Kostnadene for å bli kvitt skadde og råtne trestolper impregnert med CCA ved



Stor krefter var i sving når en buss skulle testes i kollisjon med et H2 rekkverk. (Foto: Arnulf Ingulstad)

avfallsdeponier, var høye, kanskje like høye som innkjøp av nye stolper.

Sprekkdannelsen av trestolpene ved kollisjon som krever en ekstra plasthylse ved montering i områder med sykkelstier, jernbane eller bebyggelse langs veien, gir ekstra arbeid og kostnader.

Et vesentlig punkt var kvaliteten på treverket i stolpene som varierer kraftig avhengig av tresort. Ved hurtig vekst og kvister i trestolpen, blir bruddstyrken og energiopptaket ved kollisjon vesentlig svekket.

Når det gjelder plast og stålstolper er det en meget streng kontroll av kvalitet. En tilsvarende kontroll av trestolper som i stor grad blir importert fra utlandet, er umulig å gjennomføre. Det er bare stilt krav om en visuell kontroll som er alt for dårlig.

EN-1317 har heller ingen krav knyttet til trestolpenes kvalitet fordi det kun er stålstolper som benyttes i Europa.

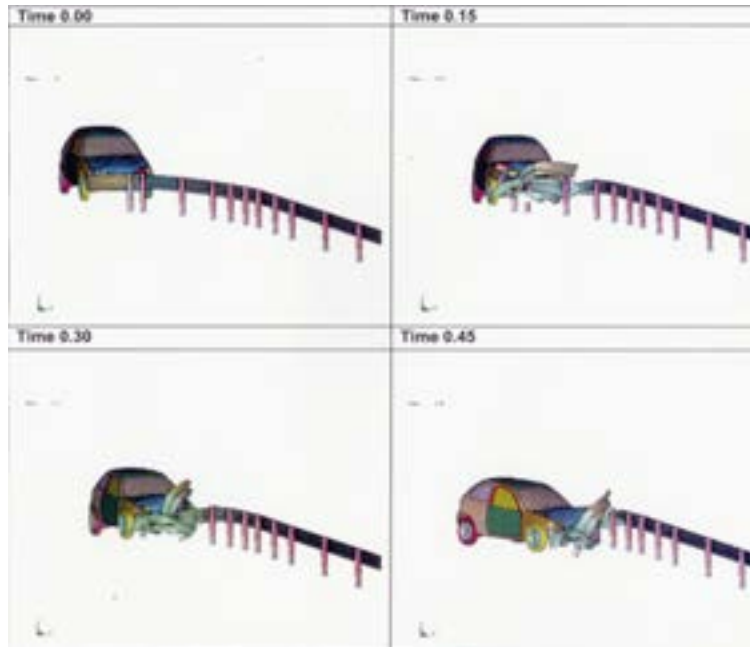
Til tross for disse meget gode argumentene, fikk jeg ikke gjennomslag for et forbud mot bruk av trestolper i den nye rekkverknormalen.

SIMULERING AV REKKVERKTESTER

Testene fastlagt i EN 1317 var en kostbar affære. Hver test med materialer, transport, montering, selve testen med filming, dukke, kjøretøy, opp og nedrigging av filmutstyr og instrumenter, rydding av skadet bil og rekkverk og til sist selve rapporten, hadde en prislapp på ofte flere hundre tusen kroner.

Vi stilte spørsmål om ikke disse testene kunne simuleres og gi oss et vesentlig raskere og billigere grunnlag for godkjenning av rekkverk. Otto Kleppe, leder for bruteknisk seksjon, var spesielt opptatt av denne problemstillingen og gikk inn i en europeisk arbeidsgruppe som vurderte simuleringsmodeller og mulighetene for å benytte slike til godkjenning av rekkverk.

Vi hadde stor nytte av det norske firmaet CorrOcean, senere Force Technology i Sandvika, som var spesialister på simulering ved hjelp av datateknologi. Rune Gladsø var en meget dyktig fagmann og spilte en sentral rolle i dette arbeidet. Han fikk etter hvert opp datamodeller for aktu-



Eksempel på simulering av påkjørseel av en rekkverksende festet til trestolper. (Foto fra CorrOcean)

det tre andre forhold jeg ble oppmerksom på. Det ene var avslutningen på rekkverkene, det andre var rekkverk og motorsyklist, det tredje var monteringen av rekkverk.

Hvordan rekkverk skulle avsluttes, var gjenstand for diskusjoner og vurderinger både i Europa og i USA. De første rekkverkene som ble tatt i bruk hadde som nevnt foran, en

butt avslutning. Etter hvert ble det klart at denne avslutningen var meget uheldig. Ved påkjøringer gikk rekkverket inn gjennom frontruten av bilen. Dette førte ofte til dødsulykker.

Det ble i USA i 1974 besluttet å føre rekkverksendene på skrå ned i bakken over en strekning på 12 meter. Dette ble også innarbeidet i de norske kravene til rekkverk. Som et bedre alternativ ble det anbefalt å føre rekkverket ut til sideterenget i full høyde. I praksis var det imidlertid nedføringen over 12 meter som ble brukt i fylkene og nærmest ble en standard i Norge.

Etter hvert ble ulykkene i USA med de nedførte endeavslutningene så mange at myndighetene var nødt til å stoppe bruken av disse. Det som skjedde var at bilene som kjørte på de nedførte endeavslutningene, ofte ble løftet opp og veltet over til høyre side. Bilen landet da på taket utenfor veien.

elle typer kjøretøy, rekkverk og stolpetyper og gjennomførte simulering av EN testene på en imponerende måte.

Den internasjonale CEN gruppen foreslo at slike simuleringstester skulle erstatte fullskalatestene. Dette fikk de så lenge jeg arbeidet i Vegdirektoratet, ikke igjennom. Men for oss i Vegdirektoratet ble simuleringstestene meget verdifulle og ble benyttet til mange analyser og utvikling av forskjellige komponenter og deler i rekkverk.

Vi gjorde fullskalatester som også ble simulert. Disse viste tilnærmet samme resultat. Derfor var vi rimelig trygge for at simuleringresultatene ga bra resultater.

UNDERSØKELSER AV DØDSULYKKER

I forbindelse med MMKs innkjøp av vegrekkverk, var det spørsmålet om rekkverkstolper som jeg ble spesielt engasjert i. Da jeg startet på bruteknisk seksjon, var

Rekkverksende det er livsfarlig å kjøre inn i. Nedenfor, et eksempel på en livsfarlig nedført rekkverksende (Foto: Arnulf Ingulstad)



Vi fikk utført en simuleringstest som viste hvorledes en påkjøring av en nedført endeavslutning forløp.

Bruken av nedførte endeavslutninger ble i 1995 forbudt i USA på høyhastighetsveger og veger med stor trafikk

Også i Norge og Sverige begynte vegvesenet å bli klar over problemet med nedførte endeavslutninger. Sivilingeniørene Skarra og Henrik Hvoslef påpekte i artikler at rundt 15 prosent av dødsulykkene som følge av påkjøring mot rekkverk, var mot endeavslutningene. Dette var tall som fremgitt av ulykkesrapporter.

Jeg ble sterkt engasjert i denne problemstillingen og startet med å besøke alle de stedene hvor dødsulykker med påkjøring av rekkverksender fant sted og var tatt opp i aviser i årene fra 1998 til 2002. Den verste av alle disse ulykkene skjedde ved Holmen bru i Asker 2.april 2001. En bil med fem ungdommer kjørt ut av vegbanen i en slak sving på E 18 og opp på en nedført endeavslutning. Bilen gikk



rundt og landet på taket utfor vegen. Fire av ungdommene i bilen ble drept.

Fra 1995 til 2002 undersøkte jeg 12 ulykker med 24 drepte. Og min konklusjon var klar: De fleste påkjøringene av rekkverksendene skjedde i svinger som følge av glatt veg eller for stor hastighet. Påkjøringene skjedde alltid med en liten vinkel som førte til at bilene ble løftet opp av rekkverket, veltet over til høyre og falt ned utenfor rekkverket på siden eller på taket med døden til følge.

Jeg kom frem til at det ble drept fem personer hvert år som følge av de nedførte



Eksempel på en farlig plassering av en nedført rekkverksende i sving. (Foto: Arnulf Ingulstad)

rekkverkene. Tilsvarende tall fra Sverige lå omtrent på samme nivå.

Det å komme ut til de stedene ulykkene hadde funnet sted og gå ned i detaljene om hvorfor og hvorledes ulykkene hadde skjedd, gjorde ofte et sterkt inntrykk. Rapportene fra mine undersøkelser ble et grunnlagsmateriale for arbeidet med den nye rekkverknormalen.

Jeg argumenterte sterkt for å forby nedførte endeavslutninger i Norge. I et notat fra Henrik Hvoslef med kommentarer til min rapport, skriver han at det i perioden fra 1995-2002 ble registrert 165 drepte ved påkjøring av veg- eller brukkverk og at det var grunn til å anta at 25-30 prosent av disse dødsulykkene var knyttet til påkjøring av rekkverksenden. Han etterlyste en endring av kravene.

På grunn av erfaringene i utlandet og alle ulykkene med de nedførte endeavslutningene i Norge, besluttet gruppen som arbeidet med rekkverknormalen å forby de nedførte endeavslutningene på veier med hastighet over 60 km/t og at rekkverket skulle føres i full høyde til sideterrenget og forankres der. Alternativt

kunne rekkverket avsluttes med en såkalt ettergivende rekkverkende eller støtpute. De som arbeidet med trafiksikkerhet og vegsikring var meget godt fornøyd med denne avgjørelsen.

Et tredje forhold jeg ble opptatt av ved oppfølging av rekkverksulykkene, var monteringen av rekkverkene. I flere tilfeller kunne ulykkene føres tilbake til at rekkverkene var for korte og montert for nær det stedet som krevet rekkverk.

Ved påkjøringen av rekkverksenden gikk bilen over rekkverket og falt ned i skråninger og farlig terreng på utsiden av vegen. Starten av rekkverk var i flere tilfeller montert i svinger hvor det var størst mulighet for utforkjøring med påkjøring av rekkverksenden.

I noen tilfeller var rekkverkstolpene kuttet av og satt alt for kort ned i bakken slik at stolpene løsnet ved påkjøring. Rekkverkskinnen gikk da for langt ut til siden og klarte ikke å bringe bilen ut på veien igjen under kollisjonen.

Disse forholdene tydet på en for dårlig kunnskap hos montørene og for dårlige retningslinjer for montering av rekkverk.



Ettergivende rekkverksende fra firma Euro-ET. (Foto: Arnulf Ingulstad)

Det tydet også på en for dårlig kontroll av rekkverkmonteringen. Disse erfaringene ble tatt hensyn til ved utarbeidelsen av den nye rekkverksnormalen.

ETTERGIVENDE REKKVERKSENDER

Men det var mange tusen nedførte endeavslutninger langs de norske vegene og spørsmålet om å få frem billige og enkle løsninger som erstatning, var en problemstilling som vi på bruteknisk seksjon ble opptatt av.

Ettergivende rekkverksender skulle være av godkjent type. Denne godkjenningen skulle baseres på kravene i EN 1317-4 eller annen test godkjent av Vegdirektoratet, siden EN1317-4 ennå ikke var ferdigbehandlet i CEN.

Det var på det norske markedet to typer ettergivende endeavslutninger; ABC og EURO-ET. Begge hadde en form for teleskopiske stålskinner med en stålplate som avslutning godkjent etter tester i USA. Disse var effektive, men kostbare.

Med de positive erfaringene med plaststolper som absorberte mye energi ved deformasjon, startet et møysommelig arbeid med utviklingen av en enkel og rimelig endeavlutning som fikk navnet ESPEN. Dette var forkortelse av Energiabsorberende Plast Endeavslutning basert på en utbøyd standard rekkverkskinne festet til plaststolper.

Det viste seg at vegmyndighetene i USA hadde utviklet og godkjent en endeavslutning med navn MELT (modified eccentric load terminal) med tilnærmet samme form som ESPEN, men festet til kraftig firkantede trestolper. Noe av problemet for oss var å finne frem til en riktig plassering av stolpene og en riktig buet form på rekkverkskinnen.

Vi fikk utført en lang rekke simulerings tester basert på EN 1317-4 testene. Til sist ble det kjørt 3 fullskalatester på Lista som etter noen justeringer av buen ga gode resultater og førte til en godkjenning i 2003 av ESPEN festet til enten plast eller stålstolper.



Ettergivende rekkverksende utviklet av Vegdirektoratet. Ved utprøvingen kunne det gå hardt for seg. (Foto: Arnulf Ingulstad)

Det ble også gjort en rekke tester av rekkverk i krappe svinger og førbindelse mellom paralelle rekkverk i midtdelere. Det ble også gjort tester med jordvoller. Og da kunne det ofte gå hardt for seg

MOTORSYKKELULYKKER

Motorsykler var ikke omtalt i de nye CEN normene og tatt hensyn til i NS 1317. Men vegmyndighetene i Europa ble rundt 1995 mer og mer oppmerksomme på dødsulykkene med motorsykler. Det samme ble vi i Norge.

Ved århundreskifte hadde vi ca 80 000 motorsykler i landet. Ulykkesfrekvensen for disse var fem ganger så høy som for biler. Utforkjøringsulykkene utgjorde nær halvparten av ulykkene og rekkverk og stolper var involvert i halvparten av disse.

For biler er et rekkverk et klart mid-

del til beskyttelse mot utforkjøringsulykker. For motorsykler er forholdet motsatt. For dem er rekkverk svært farlige. Ved kollisjoner fører de til store skader eller dødsfall for motorsyklistene.

I 1999 innkalte bruteknisk seksjon firmaene Vik Verk og Hallingplast til et møte om utvikling av et rekkverksystem for beskyttelse av motorsykler. Etter møtet besluttet vi å gå videre med utviklingen av en ca 24 cm bred underskinne av plast for montering under den vanlige stålskinne. Dette førte til en rekke simuleringstester og deretter fullskallatester, først på Lista, så på fv 32 Skien - Siljan og E6 nord for Lillehammer, og senere ved det franske veglaboratoriet i Lyon.

Under hele dette utviklingsarbeidet var det et nært og givende samarbeid med Morten Hansen, sekretær i Norsk Motorsykkel Union (NMCU).



Den 24 cm brede underskinne for motorsykler ble bl. a testet ut på den viktige turveien fv 32 Skien - Siljan i Telemark. Motorsyklist Jan Petter Lyng var veldig godt fornøyd på bildet fra 2010. (Foto: Kjell Wold)

Under arbeidet med den nye rekkverknormalen ble vi kjent med at Vegverket i Sverige hadde testet og godkjent såkalte vaierrekkverk som besto av 3-4 stykk 10 mm wirer festet til relativt tynne stålstolper med 2 m stolpeavstand. Disse hadde et H profil.

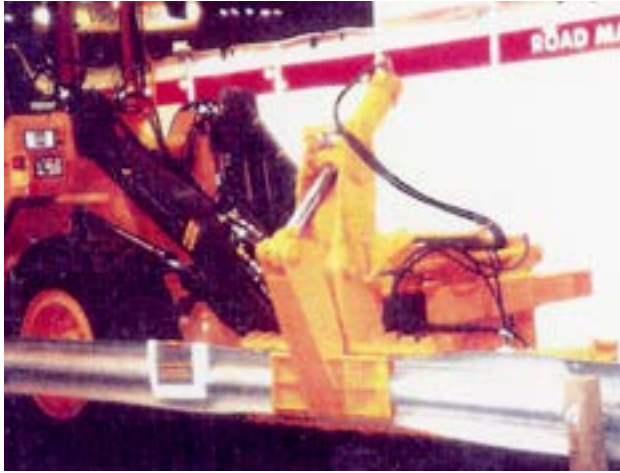
Slike rekkverk ble valgt av vegkontorene i Akershus og Østfold og satt opp langs E6 på strekninger ved Kløfta og Moss. Norsk Motorsykkelunion reagerte kraftig mot bruk av slike rekkverk i Norge. Dette fordi det store antallet av smale stålstolper og vaier var enda farligere for motorsyklistene enn det vanlige stålskinne rekkverket med runde tre eller plaststolper.

At dette var tilfellet fikk vi erfare ved

en motorsykkelulykke nær Kløfta. Jeg dro opp til ulykkesstedet og studerte vaierrekkverket. Motorsyklisten hadde gått med hodet inn imot en av vaierne og fulgt dette et langt stykke. Vaieren hadde da skåret seg gjennom hjelmen med døden til følge.

NMCU tok kravet om å forby vaierrekkverk opp direkte med Samferdselsdepartementet. Samferdsesminister Torild Skogsholm, blant annet presset av to representanter for Stortinget MC-klubb, Halgeir Langeland og Per Sandberg, ga full støtte til NMCU og forbød videre bruk av vaierrekkverk i Norge.

Etter min mening var dette en helt riktig avgjørelse, men Vegdirektoratet ble vel noe forbigjørt i denne saken.



I samarbeid mellom Statens vegvesen og maskinutstyrsleverandøren Øveråsen ble det laget utstyr for å reparere plogbulket rekkverk. (Foto: Arnulf Ingulstad)

VEGREKKVERK OG SNØPLOGER

På en tur til Hedmark med Eskild Jensen spurte han meg om hvorfor mange rekkverk hadde en utbuling i et parti før rekkverkstolpene.

Jeg svarte at dette skyldtes snøplogene som ofte ble presset inn mot rekkverkskinnen. Skinnen ga litt etter i midtpartiet, men når plogvingen nærmet seg stolpen ble den presset utover. Trykket mot skinnen ble da så stort at den ble presset noe sammen og derved ble bredere.

Etter spørsmålet fra Eskild Jensen begynte jeg å jobbe med en maskin som kunne presse skinnene tilbake til sin opprinnelige bredde uten å demontere disse og slippe å montere nye skinner. I et samarbeid med maskin og vedlikeholdsavdelingen i Hedmark og utstyrsfirmaet Øveraasen i Gjøvik, ble en slik maskin utviklet.

Den ble bygget som en unit til montering foran på hjullaster som kunne kjøre langs det skadede rekkverket. Maskinen kunne da klemme skinnen tilbake til sin opprinnelige form.

Maskinen fikk navnet Gripper. Det ble laget tre stykker hvorav en ble solgt til Vegverket i Sverige. Maskinen fungerte

bra, men i vedlikeholdsavdelingen var det liten entusiasme for en slik maskin fordi man var redd for at rekkverkets styrke ble redusert, noe jeg mener ikke er tilfelle. Om maskinene fortsatt er i bruk vet jeg ikke.

I 2002 fikk jeg grønt lys av Otto Kleppe til å lage en rapport om vedlikehold og gjenbruk av vegrekkverk. Vegvesenet brukte da årlig ca 100 mill til oppsetting av vegrekkverk hvorav en tredjedel til vedlikehold og reparasjon av stålskinne-rekkverk i det vesentligste festet til trestolper.

Også i denne forbindelse fikk vi Agderforskning til å gjøre påkjøringstester på Lista med snøplog mot stålskinne-rekkverk festet til tre, plast og stålstoelper. Plaststolpene viste fine resultater med minst skade ved påkjøring. Rapporten viste også bilder av forskjellige tiltak for forsterkning av stålskinnen, og av tiltak på snøplogene for å redusere plogskader på rekkverkskinnen og trestolpene.

Det ble også påpekt viktigheten av riktig montering av rekkverk med helst to meters stolpeavstand, god komprimering rundt stolpene, tilstrekkelig lengde ned i bakken, vesentlig lengre rekkverk foran faresteder, og at snøplogene måtte utstyres med plogbeskytter av neopren ytterst på plogvingen samt plogskjær med avkuttet hjørne ytterst på plogen.

Rapporten med nr 2286 ble godt motatt av vegkontorene.

DAGENS SITUASJON

I 2005 gikk jeg over i pensjonistenes rekker. Jeg fortsatte da som konsulent og samarbeidet med firmaet Hallingplast og Vikørsta og deres samarbeidspartnere i Sverige om en videre utvikling av motorsykkelrekkverket med navnet Star. Vi gjennomførte en rekke tester på Lista, og i Frankrike for å oppnå en internasjonal godkjenning av dette MC rekkverket.

For å oppnå en slik godkjenning var det nødvendig å gjennomføre to tester, en med bil mot et komplett rekkverk påmontert underskinne og en hvor en dukke med størrelse, vekt, påkledning og hjelm som en MC fører, blir kjørt med hodet i 30 graders vinkel og 60 km/t inn mot underskinnen. Påkjøringen som MC-dukken påføres, registreres av følere i hode og nakke og må ligge under verdier som et menneske kan tåle. Etter en rekke tester oppnådde vi i 2016 godkjenning for Star MC-rekkverket montert på standard stålskinne-rekkverket produsert av Vikørsta. Jeg håper godkjenningen vil bidra til en økt oppsetting av Star MC-rekkverk i Norge og kanskje også i utlandet.

Plaststolpene overtok i noen år plassen til trestolpene, men etter hvert er det stålstoelper (zigmastolpene) som i likhet med de fleste land i verden, benyttes i Norge.

At trestolpene fases ut er jeg fornøyd med, men med de fine testresultatene vi oppnådde med plaststolpene burde disse kunne vært et alternativ til stålstoelper i årene fremover. At disse fases ut har antakelig noe med en for svak markedsføring å gjøre.

Endeavslutningen ESPEN har også utspilt sin rolle. Etter at den ble godkjent ble det i en del år satt opp mange slike,



men utviklingen har gått videre. Og stor amerikanske og europeiske produsenter har utviklet nye og enklere ettergivende rekkverkavslutninger.

Også her har en svak markedsføring ført til at andre produkter har overtatt markedet. Men løsningen gir fortsatt et rimelig alternativ i mange situasjoner og har bidratt til å få frem vesentlig bedre rekkverkavslutninger og til et forbud mot de livsfarlige nedførte rekkverksendene.

Bruteknisk seksjon ga i 2006 ut håndbok 267. Det er en veileder for hvordan Vegvesenets standard vegrekkverk skal settes opp. Løsningene som vises er godkjent av Vegdirektoratet slik at rekkverknormalens krav bli oppfylt. Det er i dag godkjent ca 220 forskjellige vegrekkverk og 20 forskjellige ettergivende endeavslutninger.

Jeg ser tilbake på de siste seks årene på bruteknisk seksjon og arbeidet der med testing, godkjenning og utvikling av vegrekkverk som en meget interessant og spennende periode. Jeg opplevde et meget positivt fagmiljø og traff mennesker i Vegdirektoratet, hos produsenter, entreprenører og forskere som alle var aktive og dyktige i arbeidet med å forbedre vegrekkverk og redusere skader ved trafikkulykker.