



Bruk av vannbasert vegmerkemaling som oppmerkningsmateriale på lavtrafikkert vegnett.

Sammenfatning av en nordisk studie



Timo Unhola, VTT Finland
S-O Lundkvist, VTI Sverige
Páll Arnason, IceTec Island
Per J. Lillestøl, SINTEF Norge



Forord

Dettet notatet inneholder en samlet oppsummering av prosjekter fra flere nordiske land. Målsettingen var å teste ut anvendelsesområder for vannbasert vegmerkemaling på lavtrafikkert vegnett. Testene hadde hovedfokus på holdbarhet og funksjonsegenskaper over tid, samt gjøre en vurdering av produksjonsmessige fortrinn/begrensninger for vannbasert vegmerkemaling.

Prosjektene er utført i Finland, Sverige, Island og Norge. Prosjektene er finansiert av de respektive vegmyndigheter. De deltagende materialprodusentene har levert gratis materialer til forsøkene samt bidratt med finansiell støtte. Representanter fra produsentene deltok under etablering av prøvefeltene.

Dette notatet er basert på de nasjonale rapportene som er skrevet av:

Finland: Timo Unhola, VTT
Sverige: S-O Lundkvist, VTI
Island: Páll Arnason, IceTec
Norge: Per J. Lillestøl, SINTEF

Koordinator for den det nordiske samprosjektet har vært Per J. Lillestøl fra SINTEF Samferdsel i Norge, som også har redigert dette notatet.

For nærmere detaljer og resultater vises det til de nasjonale rapportene.

Trondheim, Desember 2000



Innhold

Forord	2
0 Sammen drag	5
1 Innledning	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Målsetting	6
1.3 Generelt om prosjektet	7
2 Organisering av prøv efeltene	8
2.1 Materialer	8
2.1.1 Produkter i Sverige	8
2.1.2 Produkter i Norge	8
2.1.3 Produkter på Island	9
2.1.4 Produkter i Finland	9
2.2 Supplerende strekninger i Finland og Norge	9
2.2.1 Finland	9
2.2.2 Norge	10
2.3 Organisering av prøv efeltene	10
2.4 Vegnett	11
2.4.1 Generelle kriterier	11
2.4.2 Data for prøv efeltene i Sverige	11
2.4.3 Data for prøv efeltene i Norge	11
2.4.4 Data for prøv efeltene i Finland	11
3 Måle- og registreringsopplegg	12
3.1 Generelt	12
3.1.1 Retrorefleksjonskoeffisient R_L	12
3.1.2 Luminanskoeffisient Q_d	12
4 Resultater	13
4.1 Generelt	13
4.2 Resultater fra Sverige	13
4.3 Resultater fra Norge	16
4.4 Resultater fra Island	19
4.5 Resultater fra Finland	20
4.6 Sammenstilling av data fra alle land	22
4.6.1 Retrorefleksjonskoeffisient	22
4.6.2 Luminanskoeffisient	23
4.7 Oppsummering	25
5 Produksjon på veg og anvendbarhet	26
5.1 Tørketider og klimamessige begrensninger	26
5.1.1 Norge	26
5.1.2 Island	26
5.2 Laborrietester ved VTI	26
6 Økonomi/kostnader	27
6.1 Produksjonskostnader for vannbasert maling i Buskerud	27
Kostnader for ulike materialer	27



7	Oppsummering og konklusjoner	30
7.1	Sverige	30
7.2	Norge	30
7.3	Island	31
7.4	Finland	32
7.5	Felles oppsummering	33

Vedlegg

- 1 VTI-notat: Fält- och laboratoriestudie av vattenburen färg



0 Sammendrag

Bakgrunn

Dettet notatet inneholder en samlet oppsummering av prosjekter fra flere nordiske land (Sverige Norge, Island og Finland). Målsettingen var å teste ut anvendelsesområder for vannbasert vegmerkemaling på lavtrafikkert vegnett. Testene hadde hovedfokus på holdbarhet og funksjonsegenskaper over tid, samt gjøre en vurdering av produksjonsmessige fortrinn/begrensninger for vannbasert vegmerkemaling. Prosjektet ble lagt opp ut fra en sammenligning mellom vannbasert vegmerkemaling og sprayplast lagt ut i ulike tykkelser.

De enkelte land var selv ansvarlige for sine prøvestrekninger både med hensyn til etablering, oppfølging og rapportering. Det ble i midlertidig laget et felles opplegg for etablering av prøvefeltene og oppfølging med målinger og registreringer.

Oppsummering

Til tross for noe ulike konklusjoner i de ulike landene er det generelle inntrykket at vannbasert vegmerkemaling kan være et god alternativ som oppmerkingsmateriale på lavtrafikkert vegnett. Da primært på veier med ÅDT mindre enn 1500 kjt/dgn.

Resultatene fra Sverige tyder på at malingsproduktene ikke fungerer like bra på gjenvinningsasfalt (återvinningsasfalt).

Alle linjene, med unntak av på Island, hadde god funksjon (over $100 \text{ mcd/lx}^{-1}/\text{m}^{-2}$) etter en vinter på veien. På de norske prøvefeltene hadde alle produktene god funksjon over flere år. Disse feltene ligger imidlertid på strekninger hvor linjene ligger under snø og is store deler av vinteren. I de andre landene var funksjonen dårlig etter to vintre, noe som indikerer at man trolig må fornye linjene hvert år.

Når det gjelder kostnader er det et svært begrenset grunnlag for å konkludere omkring dette. Hvilket produkt som er mest lønnsomt basert på en levetidsbetraktning avhenger av kostnadene for de enkelte produktene. De norske beregningene indikerer at dersom totalkostnaden over tid skal være den samme må den vannbaserte ha en pris på veg som er ca. 20% lavere enn for tynnspray.

Når det gjelder produksjon på veg har den vannbaserte vegmerkemalingen akseptable tørketider under tørt vær og temperaturen var over 5°C . temperaturer under dette og situasjoner med svært høy luftfuktighet kan i enkelte tilfeller være et problem. Registrering av tørketidene fra produksjon i Buskerud viser en gjennomsnittlig tørketid på rundt 12 minutter for alle tilfellene, men de fleste observasjonene ligger på mellom 3 og 7 minutter.



1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Utgangspunktet for de ulike landene var ulike, men felles for alle var et ønske om en overgang fra løsningsmiddelbasert vegmerkemaling til andre mer miljøvennlige alternativer.

På et møtet i Nordisk mørketrafikkforskningsforening i Sigtuna 28. - 29. oktober 1996 ble enighet om å etablere like prøvefelt i Sverige, Norge, Finland og Island. Disse skulle følges opp med målinger og rapportering av de enkelte landene.

På et felles møte med produsenter av vegmerkemaling i Jørlunde i Danmark den 07.04.1997, ble man enig om den praktiske gjennomføringen av prosjektene. Norge fikk ansvar for å være koordinator for aktivitetene.

1.2 Målsetting

Hovedmålsettingen for prosjektet var delt inn i to hoveddeler:

- 1. Anvendelsesområder for vannbasert maling basert på holdbarhet og funksjonsegenskaper over tid.**
- 2. Studere produksjonsmessige fortrinn/begrensninger for vannbasert maling.**

Prosjektet ble lagt opp ut fra en sammenligning mellom vannbasert vegmerkemaling og sprayplast lagt ut i ulike tykkelser. Det var et ønske om at prosjektet skulle komme ut med anbefalinger om valg av vegmerkematerialer på lavtrafikkert vegnett. Som grunnlag for anbefalingene skulle det legges vekt levetidskostnader og funksjon gjennom levetiden.

De enkelte land var selv ansvarlige for sine prøvestrekninger både med hensyn til etablering, oppfølging og rapportering.



1.3 Generelt om prosjektet

Spesielle aktiviteter i de ulike land

I tillegg til å legge ut de samme materialene i de ulike landene ønsket enkelte av deltakerne å gjennomføre egne studier av spesielle forhold.

Sverige:

Sverige ville gjennomføre en del laboratorietester av den vannbaserte vegmerkemalingen. De ønsket å se på egenskaper som tørketider, aldring og slitasjeegenskaper representert ved Trøgermetoden.

Norge:

Norge gjennomførte et eget program for å vinne erfaringer med produksjon ute på veg under ulike klimatiske betingelser. Dette ble gjort gjennom en systematisk loggføring av viktige parametre under ordinær produksjon ute på veg.

Norge ønsker også å legge ut produktene som kantlinjer over en lengre strekning for å kunne følge disse med hensyn til årlig reparasjonsbehov.

Island:

Island hadde også med løsningsbasert vegmerkemaling som referanse i sine forsøk.

Finland:

Finland ønsket å gjennomføre en noe enklere oppfølging av linjene.



2 Organisering av prøvefeldene

2.1 Materialer

I utgangspunktet ble det lagt opp til å teste vannbasert maling mot en tynn sprayplast og en normaltykk spray:

- Vannbasert maling
- Sprayplast
 - tynnspray (400-500 μ)
 - normalspray (1500 μ)

De enkelte landene valgte å benytte noe ulike malingsprodukter og sprayplaster på sine prøvefeld.

2.1.1 Produkter i Sverige

I den svenske studien ble følgende materialer benyttet:

Produkt	Produsent	Land
P1	Geveko	Sverige
P2	Lafarge	Frankrike
P3	Akzo Nobel	Sverige
P4	Star	Norge
P5	Tikkurila	Finland
P6	Brifa	Danmark
Referansematerialer		
R1	Cleanosol	tynnspray
R2	Cleanosol	normalspray

Malingsproduktene ble applisert med tykkelser mellom 400 og 550 μm . Tynnsprøyen var 500 μm mens normalsprøyen var 1500 μm .

2.1.2 Produkter i Norge

Norge benyttet de samme malingsproduktene som Sverige, men referansene var noe avvikende:

Produkt	Produsent	Land
Maling 1	Star maling og lakkfabrikk	Norge
Maling 2	Geveko	Sverige
Maling 3	Tikurilla	Finland
Maling 4	Brifa maling	Danmark
Maling 5	SAR c/o Lafarge AB	Sverige
Maling 6	Akzo Nobel	Sverige
Spray 1	Cleanosol	Sverige
Spray 2	NorSkilt	Norge



2.1.3 Produkter på Island

Island har tre produkter som er de samme som i de øvrige landene.

Produkt	Produsent	Kommentarer
V1	Tikkurila Fonteroad AQ	Samples in evaluation of process ability and performance in the Nordic program
V2	Geveko Merkalin AQ 6010	
V4	Starveg Hydro 90 – 2	
V3	Road paint from Netherlands	Other samples in evaluation of process ability and performance
V5	Starveg Hydro 90 - 4 *	
V6	Plastiroute UWS-BST (Geveko) **	Samples for testing of process ability
V7	Akzo	

* Should be faster drying than Hydro 90 - 2

**Fast drying when 20% acetic acid is sprayed on it.

2.1.4 Produkter i Finland

På strekningen som var lik med Sverige og Norge var følgende materialer lagt ut:

Produkt	Produsent	Glassperler
M1	Star Maling	Sovitec 3F
M2	Geveko	Potters-Ballotini A (maali)
M3	Tikkurila	Potters-Ballotini A (maali)
M4	Geveko II	Potters-Ballotini A (maali)
M5	SAR/Lafarge	Sovitec 3F
M6	Aczo Nobel	SWARCO
M7	Teknos-Winter	Potters-Ballotini A (maali)
S1	NorSkilt	SWARCO
S2	AMP 1001	Sovitec 3F
S3	AMP 1002	Sovitec 3F

2.2 Supplerende strekninger i Finland og Norge

I Finland og Norge ble det i tillegg til de ordinære teststrekningene etablert ekstra strekninger.

2.2.1 Finland

I Finland ble det etablert et tradisjonelt prøvefelt etter Cen-standard, med linjer i vegbanen. På dette prøvefeltet ble følgende materialer testet:

Produkt	Produsent	Glassperler
A	Tikkurila	Potters-Ballotini A (maali)
B	Teknos-Winter	Potters-Ballotini A (maali)
C	Geveko	Potters-Ballotini A (maali)
D	Aczo Nobel	SWARCO
E	Star Maling	Sovitec 3F
F	SAR/Lafarge	Sovitec 3F
G	SAR/Lafarge	Sovitec OV



2.2.2 Norge

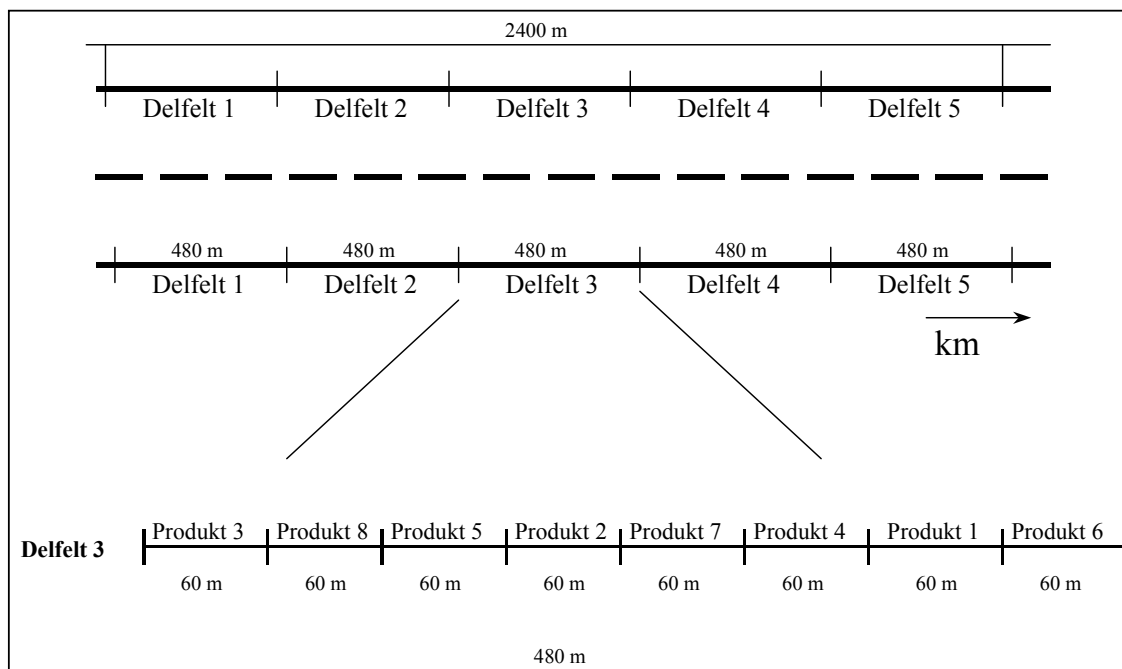
Som et supplement til prøvefeltene ble noen av produktene lagt ut som kantlinje over lengre strekninger på 2-5 km. Disse strekningene hadde litt ulike egenskaper med hensyn til trafikkmengder etc. Det ble lagt ut tre materialer på disse strekningene:

- Vannbasert maling fra STAR maling og lakkfabrikk
- Normalspray (1500 μ), E 320 W fra NorSkilt
- Tynnspray (600 μ), E 320 W fra NorSkilt

2.3 Organisering av prøvefeltene

Det ble før etablering av prøvefeltene laget et system for prøvefeltene som skulle følges i alle landene. Materialene ble lagt ut i 5 sykler (eller delfelt) på begge sider av vegen. Rekkefølgen av materialene innenfor hver syklus varieres slik at en utlikner forskjeller mellom materialer som ligger i kurver og ikke.

Figuren under viser en prinsippskisse for systemet.



Hvert produkt ble lagt ut som kantlinje på begge sider av vegen over en strekning på 60 m. Samme materiale ligger da fem steder på hver side av vegen.



2.4 Vegnett

2.4.1 Generelle kriterier

Det var i utgangspunktet lagt opp til at forsøkene skulle gjennomføres på lavtrafikkert vegnett og at merkematerialene skulle legges på ulike dekketyper. Det var en målsetting at vegnettet skulle være mest mulig likt for de ulike nordiske prøvestrekningene. Det ble på forhånd satt opp følgende kriterier:

Tabell 2.1, Kriterier for prøvestrekningene

Dekke	Trafikkmengde (ÅDT)	Bredde	Hastighetsnivå
Nytt dekke	1000 kjt/dgn	6-7 m	80 km/t
Ca. 2 år gammelt dekke	500 kjt/dgn	6-7 m	80 km/t

2.4.2 Data for prøvefeltene i Sverige

De to svenske prøvefeltene lå på følgende steder:

Tabell 2.2, Data om prøvefeltene i Sverige

Veg	Bredde	Dekke	Trafikkmengde
D894 ved Ärla	6,5 m	Nytt gjenvinningsasfalt	ca. 500 ÅDT
D782 ved Trosa	6,5 m	Eldre asfaltdekke	ca. 1500 ÅDT

2.4.3 Data for prøvefeltene i Norge

De to norske prøvefeltene lå på henholdsvis Rv 7 og Rv 40 ved Geilo i Buskerud.

Tabell 2.3, Data om prøvefeltene Norge

Veg	Bredde	Dekke	Trafikkmengde
RV 7	6,5 m	Nytt asfaltdekke	ca. 500 ÅDT
RV 40	6,5 m	2 år gammel asfaltdekke	ca. 1000 ÅDT

2.4.4 Data for prøvefeltene i Finland

Tabell 2.4, Data om prøvefeltene Finland

Veg	Bredde	Dekke	Trafikkmengde	Kommentarer
112 Tiellä	7 m	AB 20	ca. 800 ÅDT	Nordisk prøvefelt
1823 Turun	6,8 m		ca. 750 ÅDT	



3 Måle- og registreringsopplegg

3.1 Generelt

For å dokumentere de ulike materialenes funksjonsegenskaper, som synlig i dagslys og i mørke er det gjennomført et relativt omfattende måle- og registreringsopplegg på prøvefeldene.

S-O Lundkvist ved VTI hadde på forhånd utarbeidet et forslag til måleprosedyrer. Det var i utgangspunktet lagt opp til at alle landene skulle gjennomføre det samme måleprogrammet. Det ble imidlertid noe avvik fra dette, ved at man i Finland benyttet en annen metode (Ecodyn) for måling av retrorefleksjonskoeffisient.

Det var enighet om å gjennomføre målinger av følgende parametre:

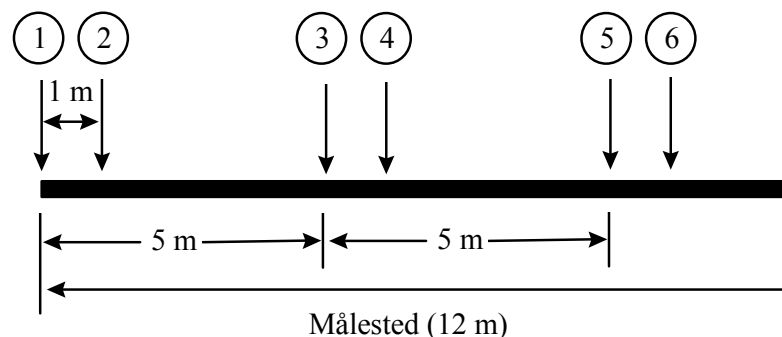
- Retrorefleksjonskoeffisient R_L
- Luminanskoeffisient Q_D

Den nordiske metoden (forslaget fra VTI) går i grove trekk ut på at man tilfeldig velger ut et målested for hvert produkt i hvert delfelt. Dette gir i alt 5 målesteder for hvert produkt på hvert av de to prøvefeldene. På målestedet gjøres det et bestemt antall avlesninger avhengig av hvilken parameter som måles. For nærmere beskrivelse av metoden, se Lundkvist S-O, Urvaslmetod för funktionskontroll av vägmarkeringar. VTI Meddelande 833 1998.

3.1.1 Retrorefleksjonskoeffisient R_L

Retrorefleksjonskoeffisienten R_L er et mål på vegmerkingens synlighet i mørke. Det vil si et lysteknisk mål på vegmerkingens lyshet slik den sees for en bilfører, når linjen belyses av billyktene.

Det ble gjennomført 12 avlesninger i av retrorefleksjonskoeffisienten for hvert produkt innenfor hvert av de fem delfeltene. Dette gjøres i form av 6 målinger på hver side av vegen. Målingene utføres i punktene som er vist i figur 4.



Figur 3.1, Avlesninger på et målested

3.1.2 Luminanskoeffisient Q_D

Luminanskoeffisienten er et mål på vegmerkingens synlighet i dagslys og i lys fra vanlig vegbelysning. Q_D måles med et håndholdt instrument som betegnes $Q_d 30$.

Luminanskoeffisient (Q_d) måles etter samme prinsipp som retrorefleksjonskoeffisienten, men det utføres kun tre målinger på hver side av vegen. Målingene utføres i punktene 1, 3, 5 jfr. figur 4.



4 Resultater

4.1 Generelt

Det skulle til sammen gjøres fem målinger på linjene. Dette ble utført i Sverige og Norge. Finland og Island reduserte noe på omfanget av målinger.

Alle målinger skulle gjennomføres under optimale vær og føreforhold, dvs. at det skal være oppholdsvær og tørr ren vegbane.

4.2 Resultater fra Sverige

Det ble i alt gjennomført fem runder med på prøvefeltene i Sverige.

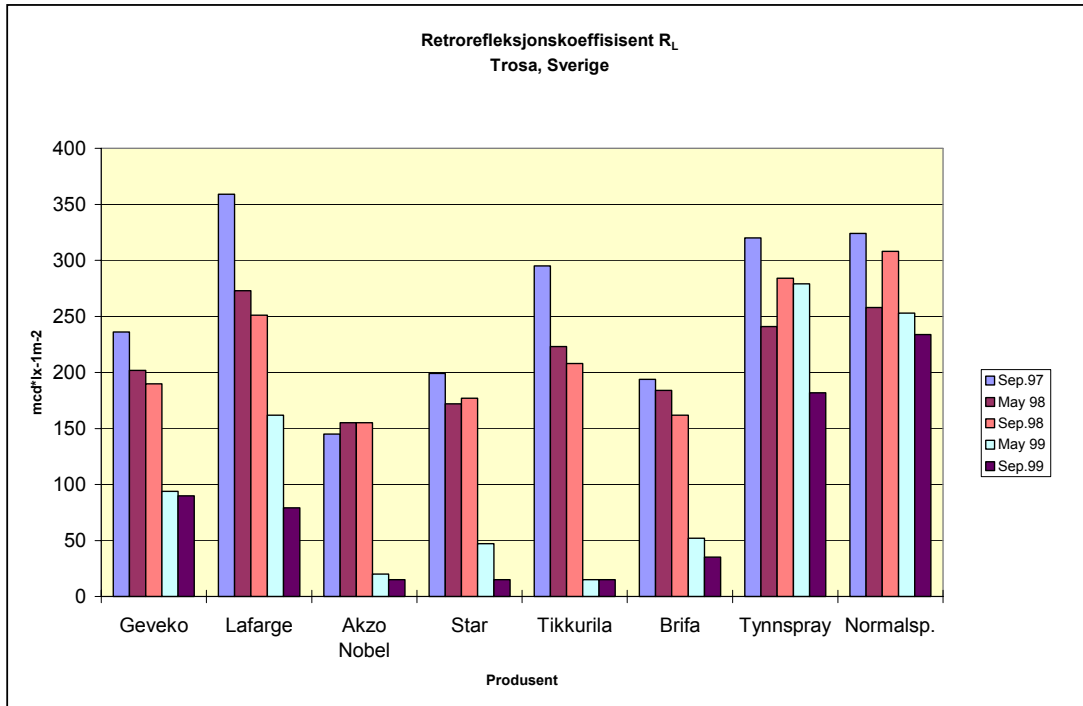
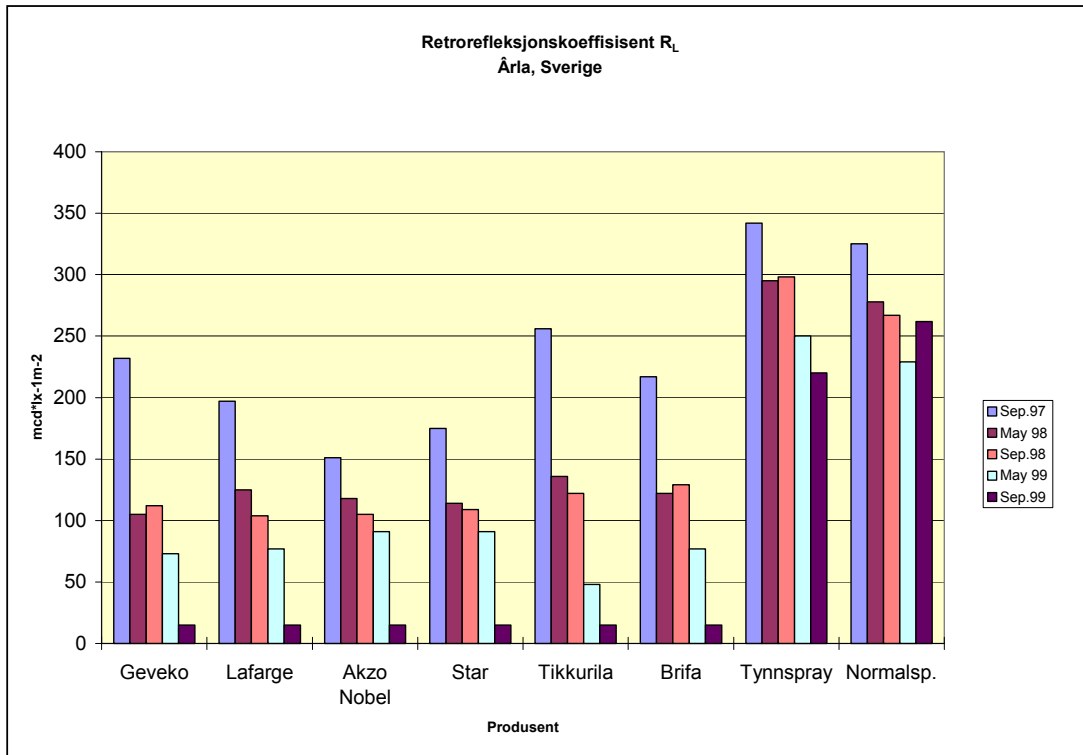
Måling 0	September 1997 (nye markeringer)
Måling 1	Mai 1998 (etter en vinter)
Måling 2	September 1998 (ett år gamle)
Måling 3	Mai 1999 (etter to vintrer)
Måling 4	September 1999 (to år gamle)

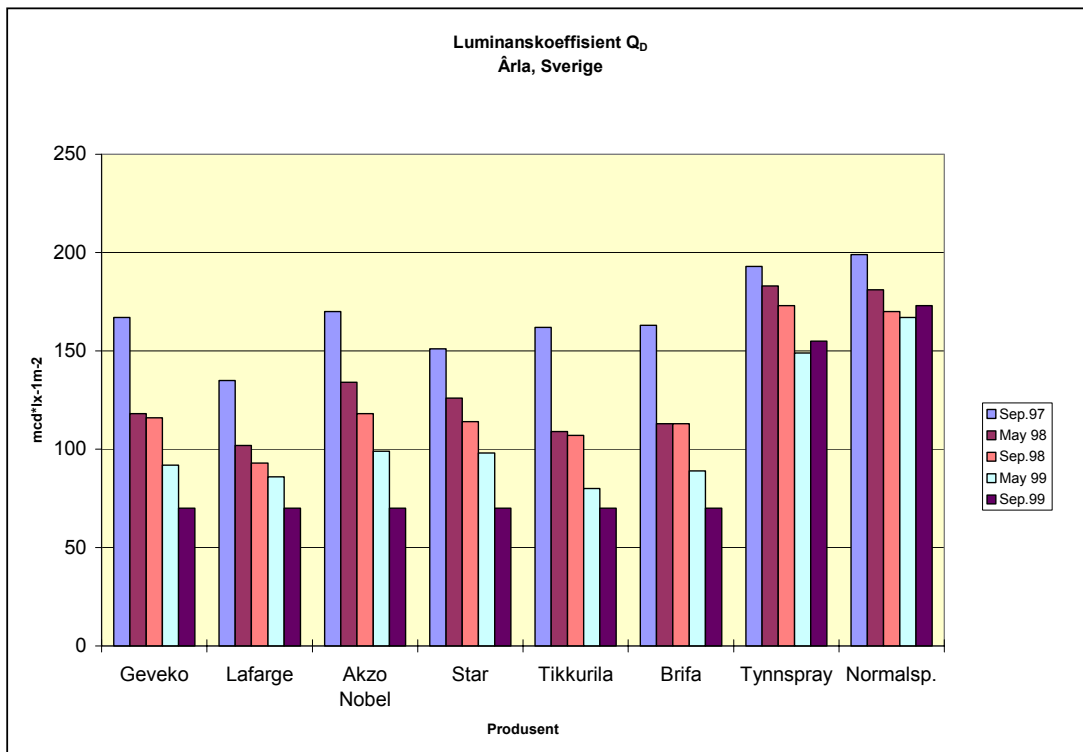
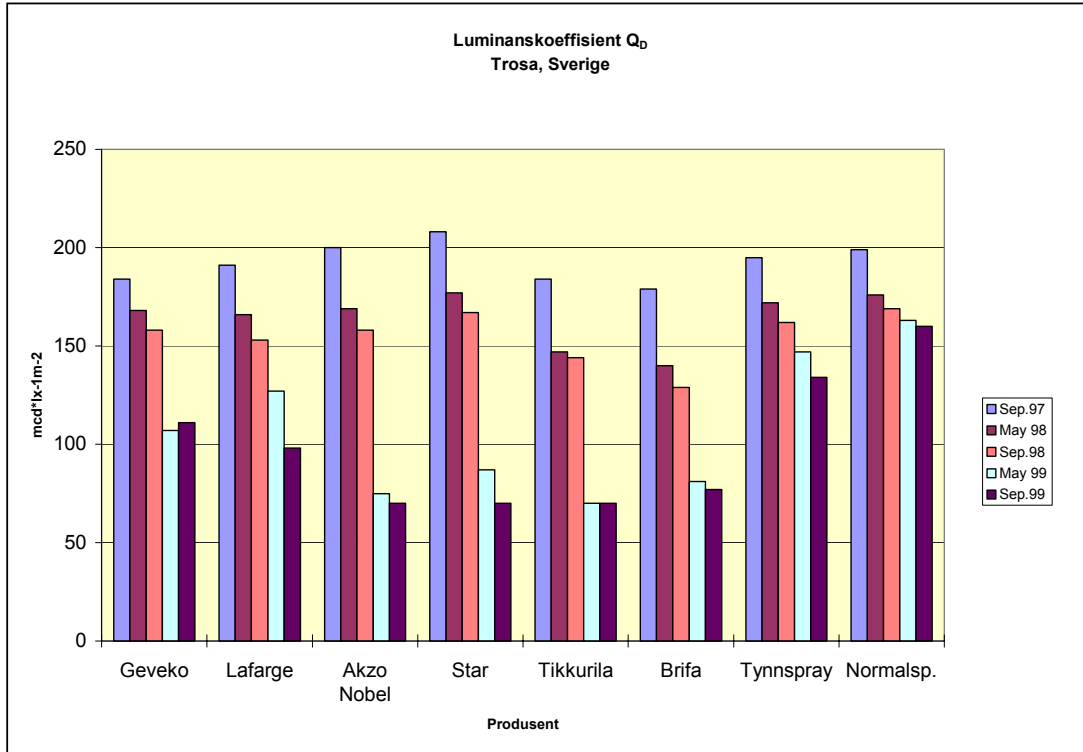
Retrefleksjonskoeffisient R_L

Materiale	Ärla					Trosa				
	R(0)	R(1)	R(2)	R(3)	R(4)	R(0)	R(1)	R(2)	R(3)	R(4)
P1 Geveko	232	105	112	73	15	236	202	190	94	90
P2 Lafarge	197	125	104	77	15	359	273	251	162	79
P3Akzo Nobel	151	118	105	91	15	145	155	155	20	15
P4 Star	175	114	109	91	15	199	172	177	47	15
P5 Tikkurila	256	136	122	48	15	295	223	208	15	15
P6 Brifa	217	122	129	77	15	194	184	162	52	35
R1 Tynnspray	342	295	298	250	220	320	241	284	279	182
R2 Normalsp.	325	278	267	229	262	324	258	308	253	234

Luminanskoeffisient Q_D

Materiale	Ärla					Trosa				
	Qd(0)	Qd(1)	Qd(2)	Qd(3)	Qd(4)	Qd(0)	Qd(1)	Qd(2)	Qd(3)	Qd(4)
P1 Geveko	167	118	116	92	70	184	168	158	107	111
P2 Lafarge	135	102	93	86	70	191	166	153	127	98
P3Akzo Nobel	170	134	118	99	70	200	169	158	75	70
P4 Star	151	126	114	98	70	208	177	167	87	70
P5 Tikkurila	162	109	107	80	70	184	147	144	70	70
P6 Brifa	163	113	113	89	70	179	140	129	81	77
R1 Tynnspray	193	183	173	149	155	195	172	162	147	134
R2 Normalsp.	199	181	170	167	173	199	176	169	163	160







4.3 Resultater fra Norge

Det ble i alt gjennomført fem runder med målinger på prøvefeltene ved Geilo.

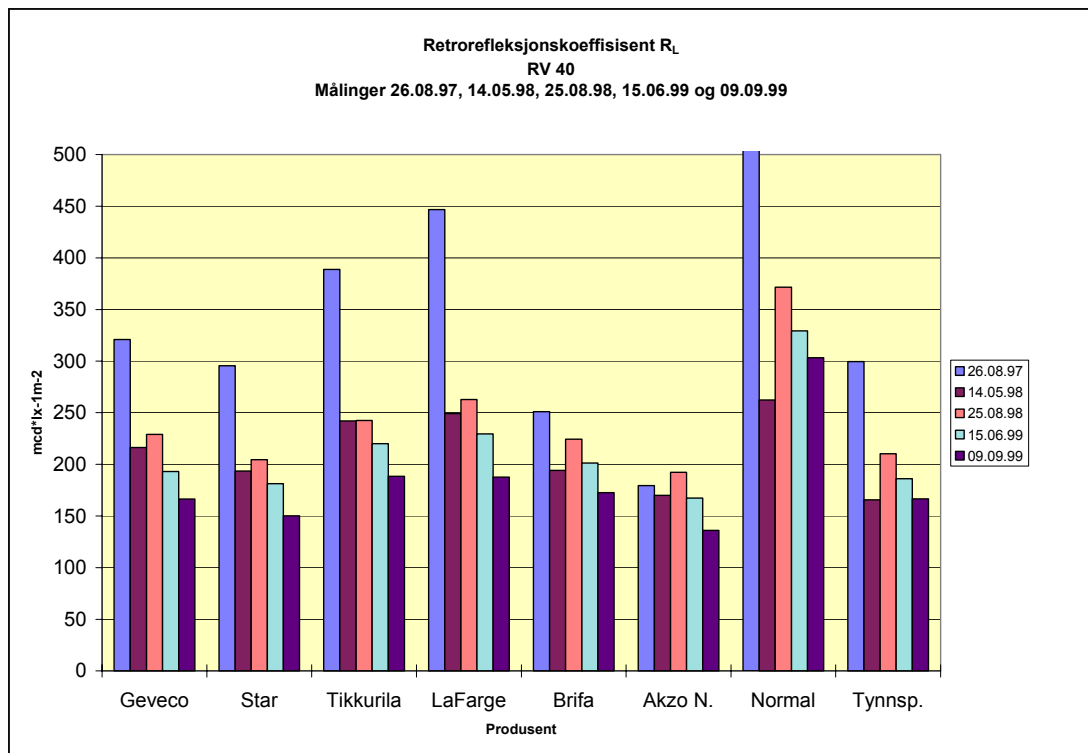
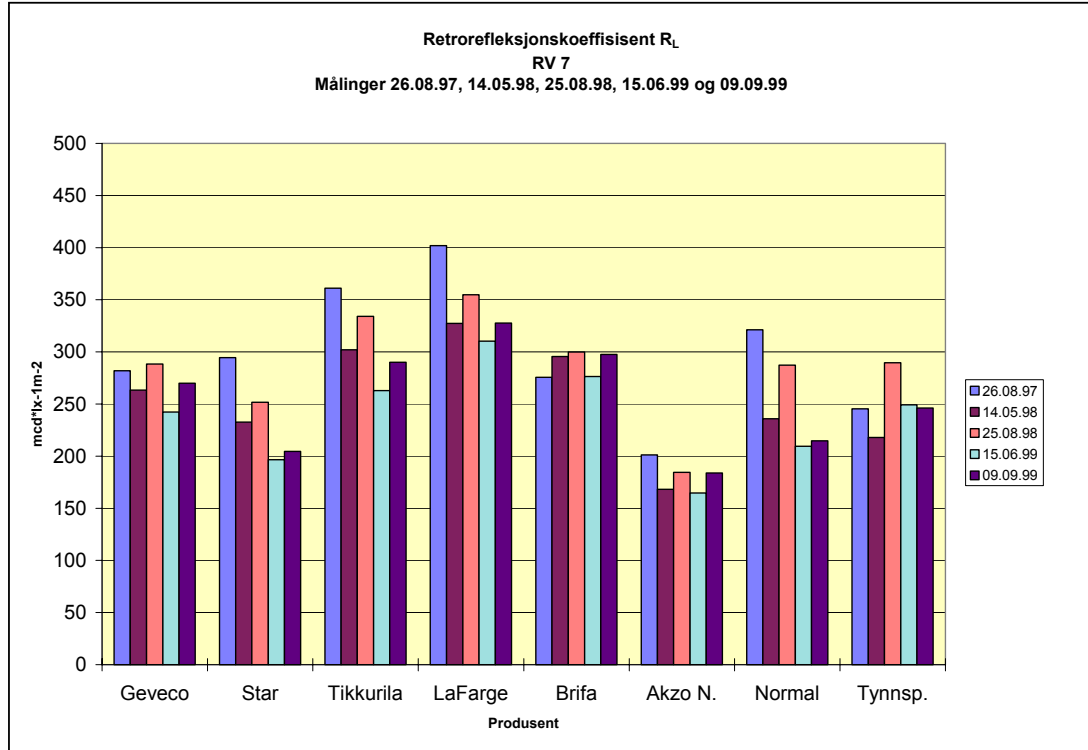
Måling 1	26.08.97
Måling 2	14.05.98
Måling 3	26.08.98
Måling 4	15.06.99
Måling 5	09.09.99

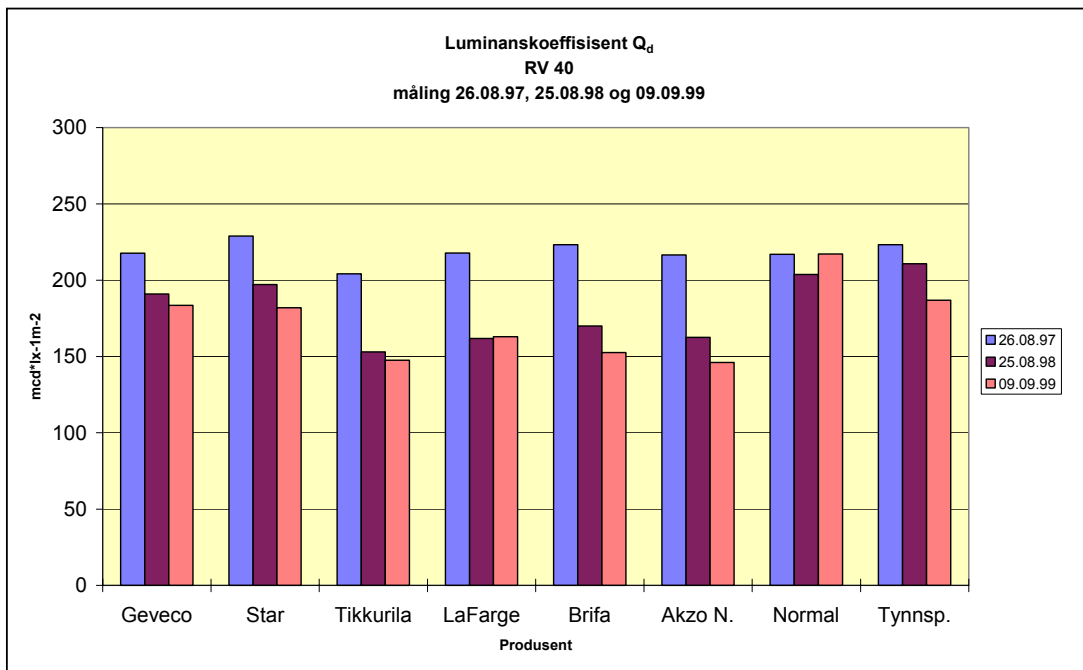
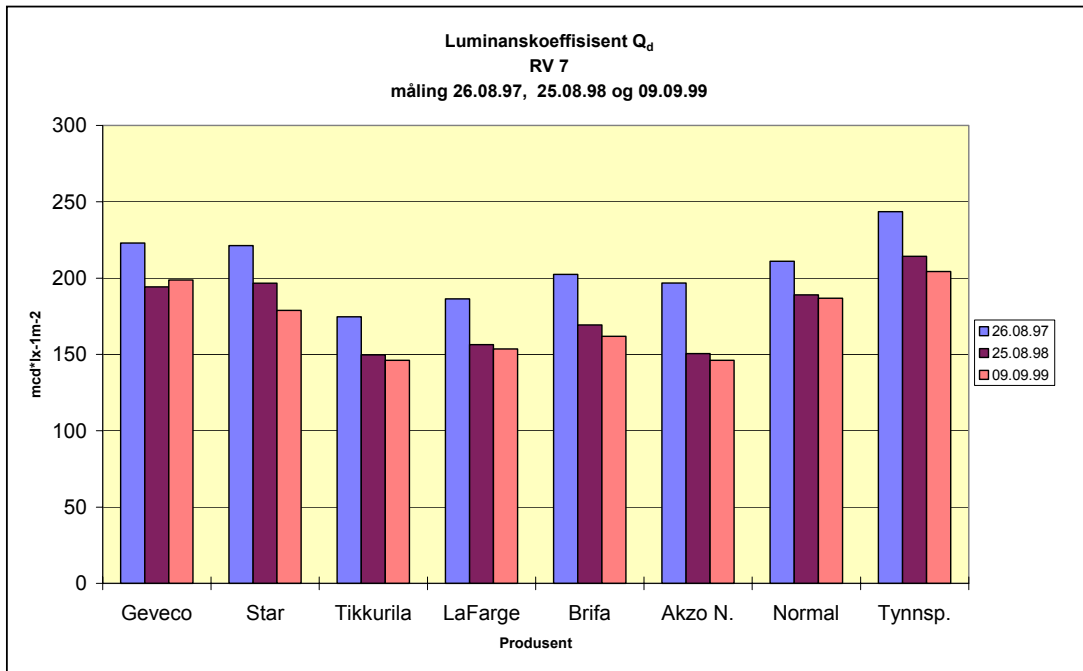
Retrorefleksjonskoeffisient R_L

Produkt	RV 7					RV 40				
	26.08.97	14.05.98	25.08.98	15.06.99	09.09.99	26.08.97	14.05.98	25.08.98	15.06.99	09.09.99
Geveco	282	263	288	242	270	321	216	229	193	166
Star	295	233	252	197	205	295	194	205	181	150
Tikkurila	361	302	334	263	290	389	242	243	220	188
LaFarge	402	327	355	310	328	447	249	263	230	188
Brifa	276	296	300	276	298	251	194	224	201	173
Akzo N.	201	168	184	165	184	179	170	192	167	136
Normal	321	236	287	210	215	533	262	372	329	303
Tynnsp.	245	218	290	249	246	300	166	210	186	167

Luminanskoeffisient QD

Produkt	RV 7			RV 40		
	26.08.97	25.08.98	09.09.99	26.08.97	25.08.98	09.09.99
Geveco	223	194	199	218	191	184
Star	221	197	179	229	197	182
Tikkurila	175	150	146	204	153	148
LaFarge	186	156	154	218	162	163
Brifa	202	169	162	223	170	153
Akzo N.	197	151	146	217	163	146
Normal	211	189	187	217	204	217
Tynnsp.	244	214	204	223	211	187





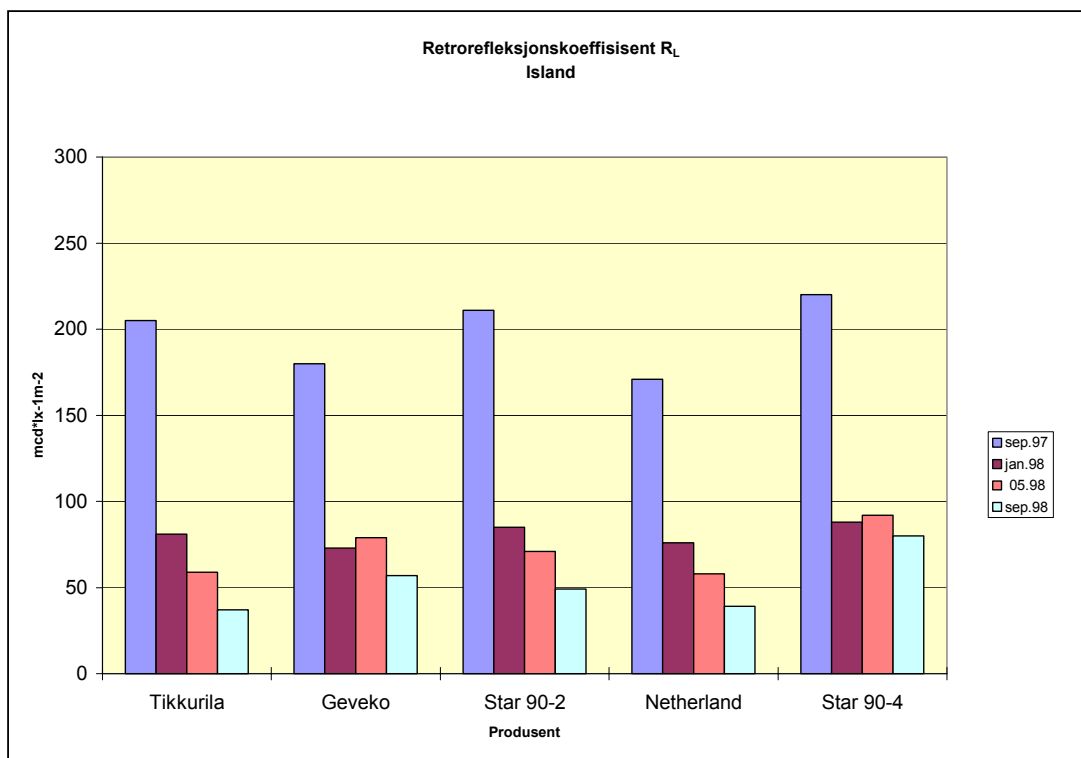


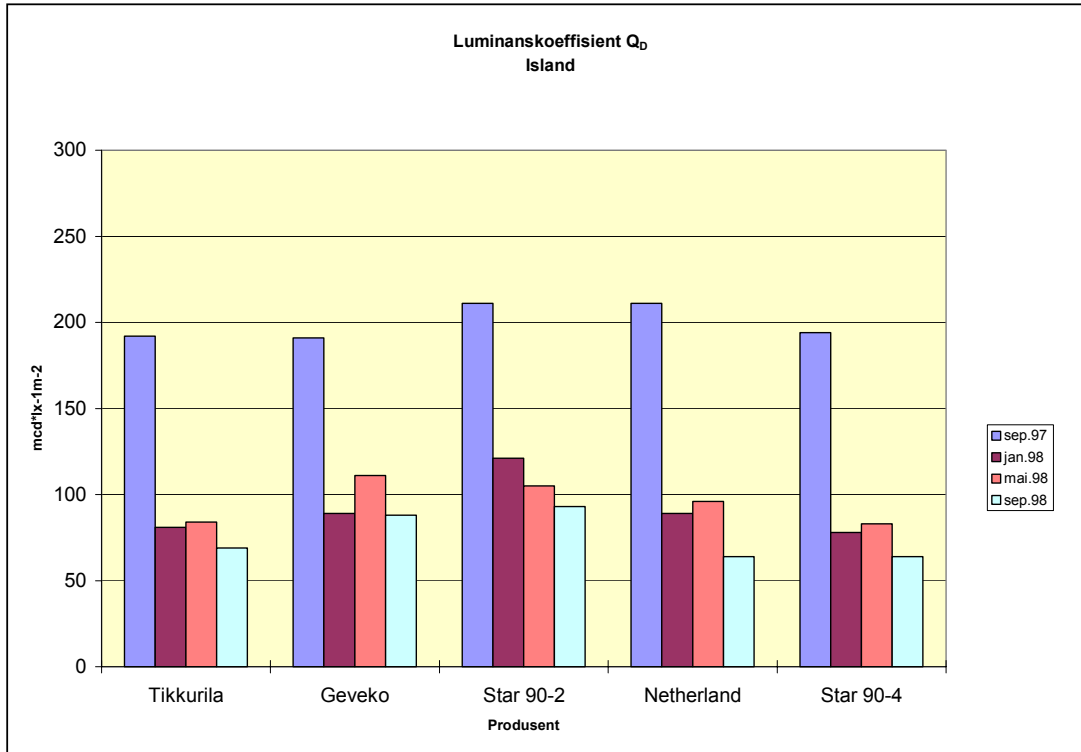
4.4 Resultater fra Island

På Island ble det gjennomført i alt 4 målerunder:

Måling 1	September 1997
Måling 2	Januar 1998
Måling 3	Mai 1998
Måling 4	September 1998

	Rl	Rl	Rl	Rl	Qd	Qd	Qd	Qd
	09.97	01.98	05.98	09.98	09.97	01.98	05.98	09.98
Tikkurila	205	81	59	37	192	81	84	69
Geveko	180	73	79	57	191	89	111	88
Star 90-2	211	85	71	49	211	121	105	93
Netherland	171	76	58	39	211	89	96	64
Star 90-4	220	88	92	80	194	78	83	64
Mean	197	81	72	54	200	92	96	76





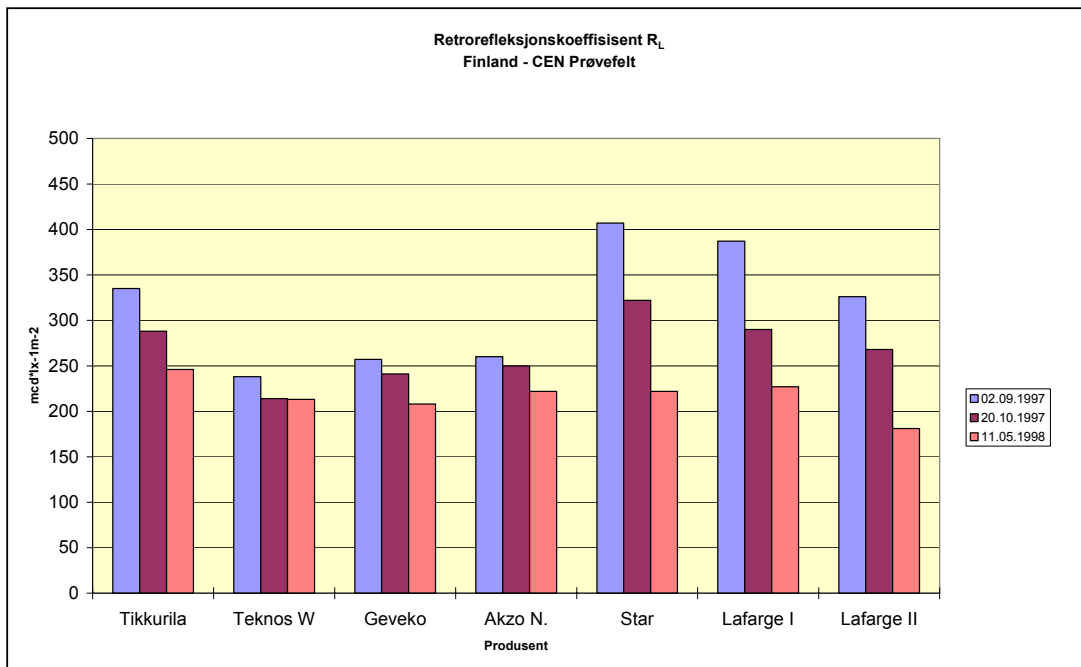
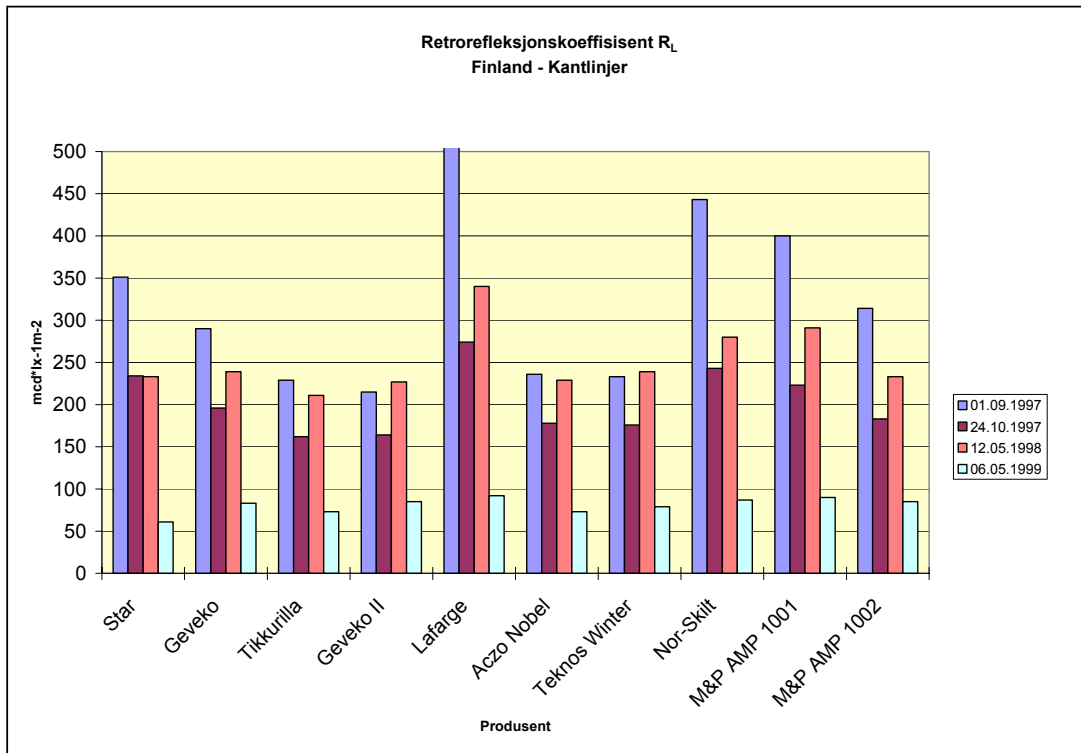
4.5 Resultater fra Finland

Finland hadde to ulike typer prøvefeld. Det offisielle feltet med kantlinjer ble fulgt opp med i alt 6 målinger. Fire av disse er tatt med her. Det ble i tillegg utført en måling i våt tilstand og før og etter vask.

Produkt	01.09.1997	24.10.1997	12.05.1998	06.05.1999
Star	351	234	233	61
Geveko	290	196	239	83
Tikkurilla	229	162	211	73
Geveko II	215	164	227	85
Lafarge	555	274	340	92
Aczo Nobel	236	178	229	73
Teknos Winter	233	176	239	79
Nor-Skilt	443	243	280	87
M&P AMP 1001	400	223	291	90
M&P AMP 1002	314	183	233	85

På det andre finske prøvefeldet (Finland II), som var lagt ut etter CEN-standard, ble det gjennomført i alt tre målerunder. Resultatene er gjengitt i tabellen under.

Produkt	02.09.97	20.10.97	11.05.98
Tikkurilla	335	288	246
Teknos W	238	214	213
Geveko	257	241	208
Akzo N.	260	250	222
Star	407	322	222
Lafarge I	387	290	227
Lafarge II	326	268	181





4.6 Sammenstilling av data fra alle land

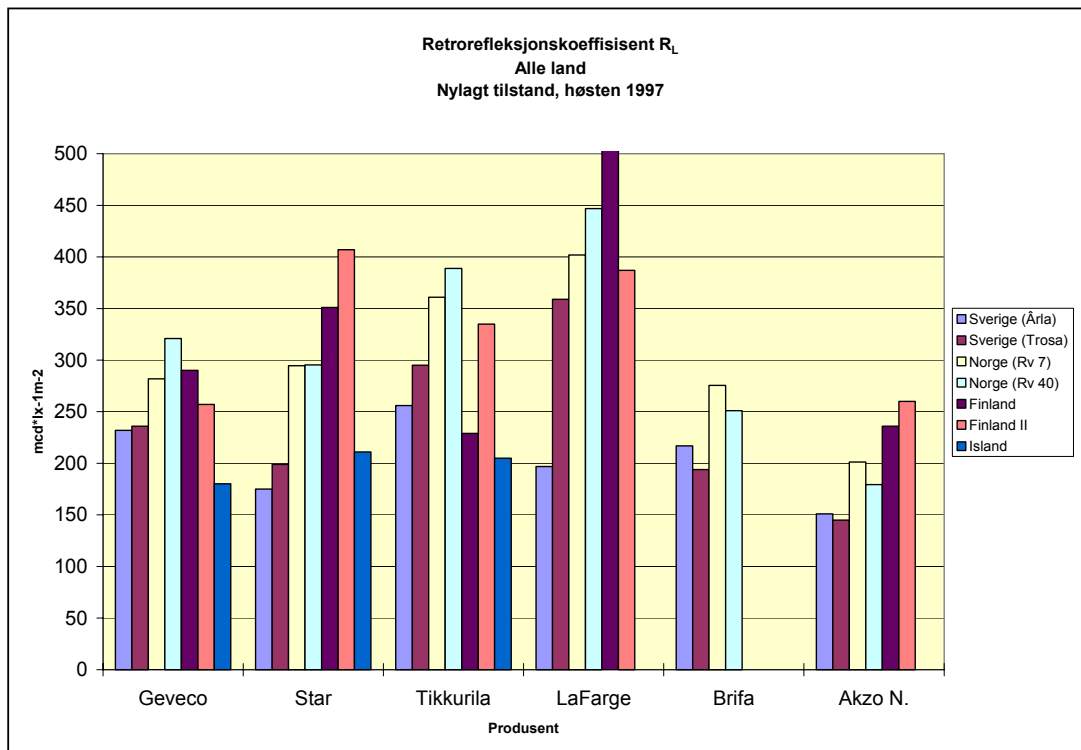
4.6.1 Retrorefleksjonskoeffisient

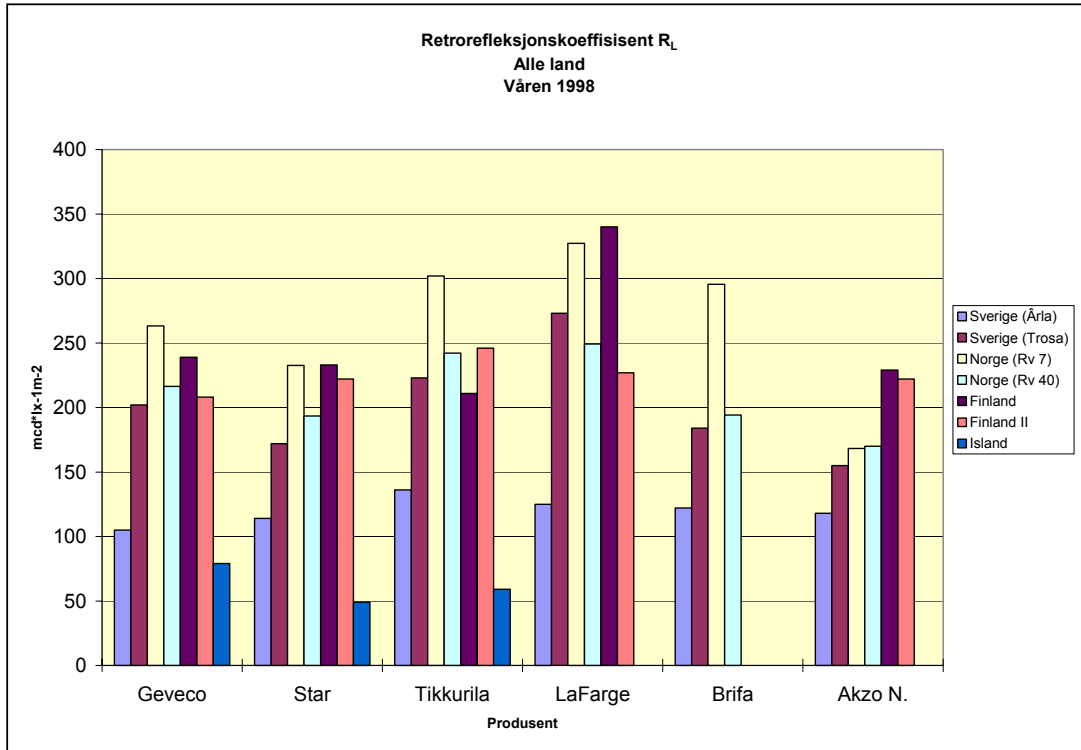
Tabellen viser måleverdier på nylagte linjer, høsten 1997.

September 1997	Geveco	Star	Tikkurila	LaFarge	Brifa	Akzo N.
Sverige (Årla)	232	175	256	197	217	151
Sverige (Trosa)	236	199	295	359	194	145
Norge (Rv 7)	282	295	361	402	276	201
Norge (Rv 40)	321	295	389	447	251	179
Finland	290	351	229	555		236
Finland II	257	407	335	387		260
Island	180	211	205			

Tabellen viser måleverdier etter en vinter, mai 1998.

May 98	Geveco	Star	Tikkurila	LaFarge	Brifa	Akzo N.
Sverige (Årla)	105	114	136	125	122	118
Sverige (Trosa)	202	172	223	273	184	155
Norge (Rv 7)	263	233	302	327	296	168
Norge (Rv 40)	216	194	242	249	194	170
Finland	239	233	211	340		229
Finland II	208	222	246	227		222
Island	79	49	59			





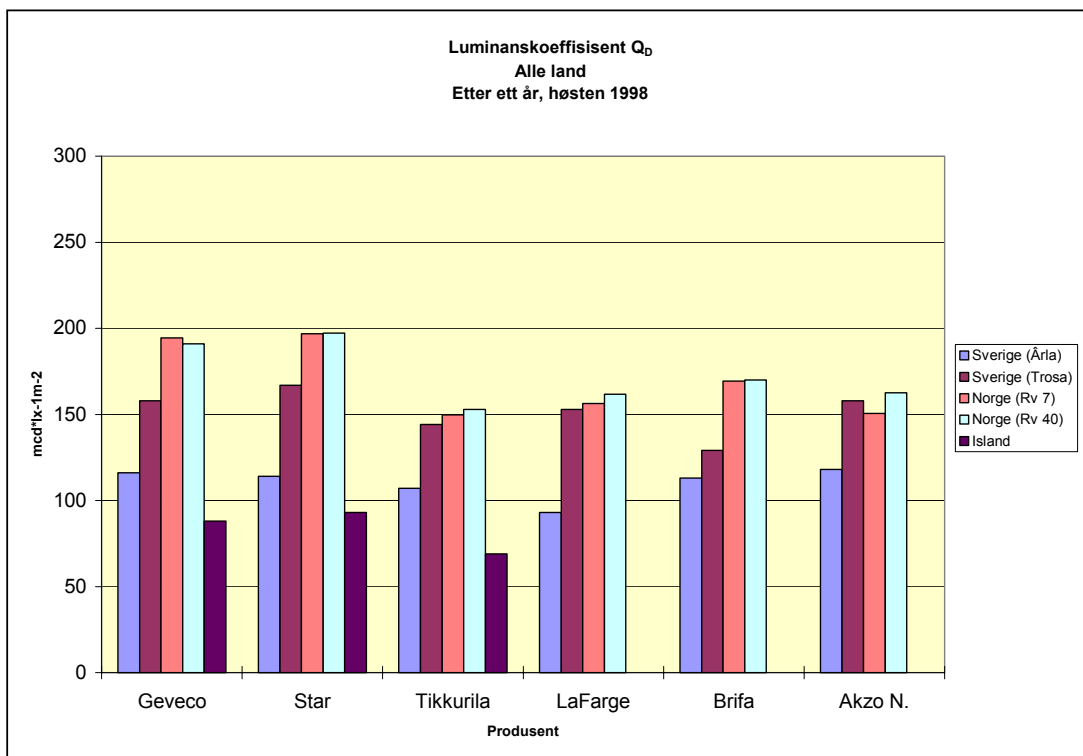
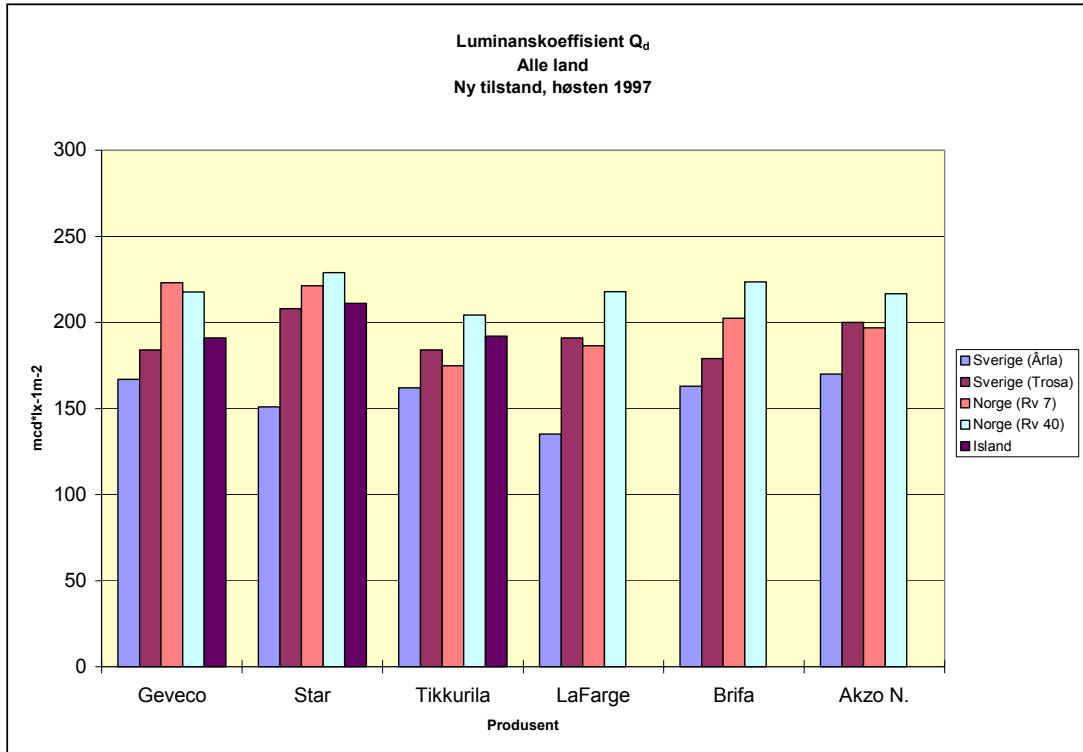
4.6.2 Luminanskoeffisient

Tabellen viser måleverdier for luminanskoeffisient i ny tilstand, høsten 1997.

September 97	Geveco	Star	Tikkurila	LaFarge	Brifa	Akzo N.
Sverige (Årla)	167	151	162	135	163	170
Sverige (Trosa)	184	208	184	191	179	200
Norge (Rv 7)	223	221	175	186	202	197
Norge (Rv 40)	218	229	204	218	223	217
Island	191	211	192			

Tabellen viser måleverdier etter ett år, høsten 1998.

September 1998	Geveco	Star	Tikkurila	LaFarge	Brifa	Akzo N.
Sverige (Årla)	116	114	107	93	113	118
Sverige (Trosa)	158	167	144	153	129	158
Norge (Rv 7)	194	197	150	156	169	151
Norge (Rv 40)	191	197	153	162	170	163
Island	88	93	69			





4.7 Oppsummering

Alle linjene, med unntak av på Island, hadde god funksjon (over $100 \text{ mcd/lx}^{-1}/\text{m}^{-2}$) etter en vinter på veien.

På de norske prøvefeltene hadde alle produktene god funksjon over flere år. Disse feltene ligger imidlertid på strekninger hvor linjene ligger under snø og is store deler av vinteren. I de andre landene var funksjonen dårlig etter to vintre, noe som indikerer at man trolig må fornye linjene hvert år.



5 Produksjon på veg og anvendbarhet

5.1 Tørketider og klimamessige begrensninger

5.1.1 Norge

Under utleggingen på prøvefeldene på Geilo var det en gjennomsnittlig tørketid for malingsproduktene på mellom 3 og 4 minutter.

Registrering av tørketidene fra produksjon i Buskerud viser en gjennomsnittlig tørketid på rundt 12 minutter for alle tilfellene, men de fleste observasjonene ligger på mellom 3 og 7 minutter.

Erfaringene fra sesongen 1998 i Buskerud er at tørketiden for vannbasert maling ikke er noe stort problem. Antallet tilfeller av overkjøring av våt linje begrenser seg til en håndfull steder av totalt utlagt nesten 1,5 millioner meter.

5.1.2 Island

Konklusjonen fra forsøkene på Island var at tørketidene var sterkt påvirket av vind og luftfuktighet. Tørketidene var imidlertid akseptable når det var tørt vær og temperaturen var over 5°C.

5.2 Laborrietester ved VTI

Som en del av det nordiske samarbeidet rundt dette prosjektet skulle det gjennomføres laborrietester av de ulike materialene ved VTIs laboratorium i Sverige.

Det arbeidet som er utført er rapportert et notat fra VTI, ”Fält- och laboriestudie av vattenburen färg – LABORATORIEPROVNING”. Dette notatet finnes i vedlegg 2.



6 Økonomi/kostnader

6.1 Produksjonskostnader for vannbasert maling i Buskerud

Med bakgrunn i produksjonssesongen 1998 ble det laget en kostnadskalkyle for å beregne pris pr meter linje som var lagt ut. Det ble merket totalt 1.468.000 m med 10 cm kantlinje.

Kostnadene fordeler seg på denne måten:

Materialer: maling, glassperler, såpeskum, eddiksyre, etc.	kr. 1.593.000,- (67%)
Leie av malebil, kr. 800,- pr. time	“ 357.000,- (15%)
Lønn til mannskap, 2 mann	“ 408.000,- (17%)
<u>Andre kostnader, (transport privat lastebil)</u>	<u>“ 18.000,- (1%)</u>
	<u>kr. 2.376.000,- (100%)</u>

Dette gir en meterpris på kr. 1,61.

Kommentarer til tallene

Kostnadene innbefatter ikke formerking, rengjøring av vegbanen, administrasjon, kontroll/oppfølging. Kostnader til avskrivning av utstyr er heller ikke med i beregningene.

Det er grunn til å tro at denne prisen ligger noe under det som vil være kostnaden dersom man skulle kjøpe et slikt produkt hos en entreprenør.

Kostnader for ulike materialer

Fra produksjonsavdelingen i Vegdirektoratet har vi fått følgende ca. priser for sprayplast utlagt på veg alt inkludert:

Tabell 6.1, Priser på ulike sprayplastprodukter

Produkt	ca. Pris pr. meter
Hvit 10 cm 600 μ	2,90
Hvit 10 cm 1500 μ	5,10

Disse prisene er basert på entrepriser fra Vegvesenets produksjonsavdeling og private entreprenører.

Det finnes ikke tilsvarende pristall for vannbasert maling i Norge. Som utgangspunkt har vi derfor benytte kostnadstallene fra driften i Buskerud som er på kr. 1,61 pr. meter. Entreprensekostnader for vannbasert maling i Sverige ligger i størrelsesorden kr. 2,20-2,50 pr. meter.



Med utgangspunkt i disse prisene kan vi sette opp kostnadsforholdet mellom de ulike produktene.

Tabell 6.2, Kostnadsforhold mellom de ulike produktene

Produkt	Kostnad kr. pr. meter	Forholdstall
Maling	1,61	1
Tynnspray (600 μ)	2,90	1,8
Normalspray (1500 μ)	5,10	3,2

I den svenske rapporten opererer man med tilsvarende kostnadsforhold på 1:1:2.

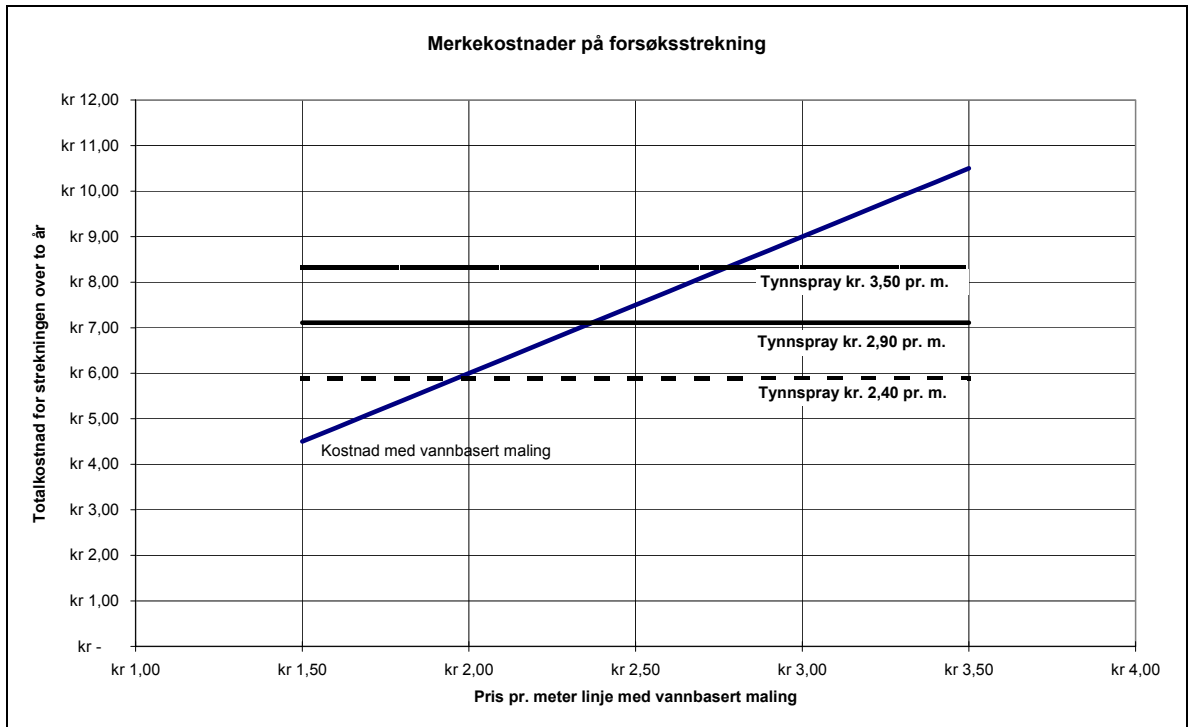
Som tidligere beskrevet ble det gjennomført målinger og observasjoner av slitasje og reparasjonsbehov på HP 02, Rv 40. Med utgangspunkt i disse er gjennomført en enkel teoretisk beregning av total kostnader pr. meter linje for en toårsperiode.

Tabell 6.3, Kostnad pr. m. linje på prøvestrekningen HP 02, RV 40.

	Maling kr 1,61 pr. m		Tynnspray kr 2,90 pr. M		Normalspray kr 5,10 pr. m	
	Rep. behov	Årlig kostnad	Rep. behov	Årlig kostnad	Rep. behov	Årlig kostnad
1997	100 %	kr 1,61	100 %	kr 2,90	100 %	kr 5,10
1998	95 %	kr 1,53	55 %	kr 1,60	10 %	kr 0,51
1999	100 %	kr 1,61	90 %	kr 2,61	30 %	kr 1,53
Totalkostnad		kr 4,75		kr 7,11		kr 7,14

Med de oppgitte prisene er kostnadsbildet på denne strekningen entydig. Den vannbaserte malingen gir en lavere total kostnad over to år enn tynnsprøyen. Normalsprøyen har ikke ligget lenge nok på veien til at alt materialet er reparert en gang, har derfor restlevetid og restverdi.

Disse beregningene er svært følsomme for prisene på enkelte produktene. Se figur 6,1. Figuren under viser sammenhengen mellom pris pr. meter med vannbasert maling og den teoretiske total kostnaden for en toårsperiode på prøvestrekningen på RV 40. I tillegg er det lagt inn linjer som viser tilsvarende kostnad for sprayplast med ulike priser.



Figur 6.1, Sammenheng mellom pris pr. m og totalkostnad

Figuren viser at dersom man tar utgangspunkt i en meterpris på kr 2,90 for tynnsprøyen er prisgrensen for vannbasert maling på kr 2,40 pr. meter. Ved lik pris på vannbasert maling og tynnsprøy vil den vannbaserte malingen gi en totalkostnad som er 20% høyere enn tynnsprøyen.



7 Oppsummering og konklusjoner

7.1 Sverige

Denna jämförelse mellan vattenburen färg och sprayplast visar att den sistnämnda är att föredra, åtminstone om den är i form av tunnsspray.

Ser man på provsträckan med en helt ny återvinningsasfalt, så har man haft svårt att få färgen att täcka ordentligt. Dessutom var det svårt att få vägbanan helt fri från löst grus trots att vägen borstades av tre gånger under veckan mellan beläggningsarbetet och appliceringen av provmarkeringarna. Detta *kan* ha missgynnat färgerna eftersom sprayplasterna lades tre veckor senare. Under appliceringen av färgerna gjordes en notering av vilka delfelt som bedömdes vara smutsiga, men analyserar man dessa separat finner man ingen skillnad i funktion mot övriga delfelt. Så om en negativ effekt av smuts finns, har den varit liten.

Under hela försöksperioden (2 år) har sprayplasterna haft bättre funktion än de vattenburna färgerna. Med den relative prisbild som har uppgivits (måling 1, tunnsspray 1 och normalspray 2 se s. 33) innebär detta att sprayplast, och då speciellt tunnsspray, är att föredra.

Man ska emellertid ha i åtanke att några miljöhänsyn inte har tagits. Inte heller har några arbetsmiljösynpunkter beaktats. Slutligen bör man notera att undersökningen inte omfattar synbarheten i mörker och väta; man kan ha hypotesen att ju tunnare vägmarkering man läger på en grovt texturerad beläggning, ju bättre våtsynbarhet får man.

Beträffande resultatens generaliserbarhet ska man tänka på att provsträckorna har legat i Södermanland. Om resultaten därmed är giltiga i exempelvis Skåne eller Norrlands inland är osäkert. Om t.ex. saltbemängd luft eller sträng kyla missgynnar färg eller sprayplast är okänt.

Slutsatsen av denna ganska begränsade studie är att tunnsspray verkar vara att föredra framför vattenburen färg. Däremot är det mer tveksamt om man kan föredra normalspray framför vattenburen färg.

7.2 Norge

Generelt

De målinger og registreringer som er gjort i dette prosjektet i Buskerud tilsier generelt at vannbasert vegmerkemaling kan være et godt alternativ for merking av kantlinjer på lavtrafikkert vegnett.

Anvendelsesområder

På grunnlag av det foreliggende datamaterialet skal man være forsiktig med å trekke bastante konklusjoner, men måleresultatene og visuelle observasjoner indikerer at det kan synes som om det er en grense for anvendelse av de testede malingsproduktene på rundt 1500 kjt/dgn. For tunnssprayproduktet kan det se ut som den tilsvarende grensen ligger på rundt 2500 kjt/dgn. Det er da tatt utgangspunkt i at linjene skal ha funksjon i to år. Dette forholdet påvirkes også av andre faktorer enn trafikkmengde som for eksempel vegbredde, kurvatur, vedlikeholdsrutiner, tungtrafikkandel og piggdekkandel. Disse parameterne er ikke inne i analysene.



Produksjonsmessige forhold

Under utleggingen på prøvefeldene på Geilo var det en gjennomsnittlig tørketid for malingsproduktene på mellom 3 og 4 minutter.

Registrering av tørketidene fra produksjon i Buskerud viser en gjennomsnittlig tørketid på rundt 12 minutter for alle tilfellene, men de fleste observasjonene ligger på mellom 3 og 7 minutter. Datamaterialet viser at kombinasjonen av lav temperatur og høy luftfuktighet virker negativt inn på tørketiden.

Erfaringene fra sesongen 1998 i Buskerud er at tørketiden for vannbasert maling ikke er noe stort problem. Antallet tilfeller av overkjøring av våt linje begrenser seg til en håndfull steder av totalt utlagt nesten 1,5 millioner meter.

Levetidskostnader

Prøvefeldene gir ikke grunnlag for å gjøre beregninger av levetidskostnader da alle produktene fortsatt har god funksjon. Det er imidlertid gjort observasjoner av levetid og reparasjonsbehov på en strekning med ÅDT 2700 på RV 40.

Resultatet er helt avhengige av de prisene som legges til grunn for beregningene. For sprayplastproduktene har vi ca. priser basert på entrepriser. For den vannbaserte malingen er det kun kostnadsberegningene fra Buskerud som ligger til grunn.

Med datagrunnlaget fra denne strekningen og de oppgitte prisene gir den vannbaserte malingen en lavere totalkostnad over to år enn tynnsprayen. Ved lik pris på vannbasert maling og tynnspray vil den vannbaserte malingen gi en totalkostnad som er 20% høyere enn tynnsprayen.

7.3 Island

This Icelandic project which started in September '97 is a part of much larger Nordic project. Aim of the Icelandic part is to evaluate if water-based paint could be used in stead of solvent-based for road marking, advantage and disadvantage when compared with the solvent-based paint normally used. Edge lines were painted with several types of paint, using the same equipment as for solvent-based paint. Main results:

- Spray-viscosity and output differs a lot for different types of paint. With some types output is similar to output of the solvent-based paint. Other types have to high spray-viscosity for good output in existing equipment.
- Drying time is much influenced by humidity and wind. Drying time is acceptable down to 5°C in dry weather with some wind, but it can be quite slow at that temperature in high humidity.
- Drying can be speeded up on at least some types of water-based paint in cold and humid weather by spraying acetic acid on the wet line.
- It is not save to use water-based paint when air or road temperature is below 5°C. The emulsion in the water-based road paint does not form a continuous weather resistant film at a temperature below a limit, which could be 2-5°C for the different types.
- The performance of the water-based lines is similar as the common solvent-based.
- Painting with water-based paint will probably cost 15-20% more.
- It is very difficult to rely on the LTL Qd-meter on a rough or concave surfaces.

The conclusion is that water based paint could be used in stead of solvent based in Iceland. Main advantage is more environmental friendly material and main disadvantage is higher cost as the material is more expensive than the solvent-based.



7.4 Finland

The performance of water-bourne paints were compared to each other and of some thin thermoplastic spray materials in two road trials.

Including in the Nordic identically designed road trials -programme (Finland, Norway and Sweden), Finland arranged an edge line trial on road 112 (ADT 800), 50 km west of Helsinki. The same paints were also applied to make a CEN-type road trial on road 1823 (ADT 750), 120 km west of Helsinki the same summer. Measurements of retroreflectivity were made on the edge line trial with Ecodyn 1997 – 1999 and on CEN-type trial with LTL 1997 and 1998.

Paints included in the trials were manufactured by Aczo Nobel Industri, Geveko, Star Maling- og Lakkfabrik, SAR/Lafarge, Teknos-Winter and Tikkurila Coatings. The edge line trial included also thin spray thermoplastics from Nor-Skilt and Mäki & Palmroos. Edge line retroreflectivity in the first summer ranged from 215 to 555 mcd/m²lx (average, Ecodyn 15m, see graph). The next summer the lines were in relatively good shape giving slightly higher retroreflectivity than in the first October (range 189 – 310 mcd/m²lx). The measurement in May 1998 also included high pressure washing of the lines, when also wet retroreflectivity was measured. The wet values were all low. The following dry measurement showed consistently 10 percent higher values than before washing. After the second winter all the lines were equally poor (61 – 92 mcd/m²lx) and below requirement. On this particular road the edge line performance (or durability) of the thermoplastics was not better than of the paints.

The CEN-type trial showed less difference between the paints. In the first summer all of them had good retroreflectivity (210-365 mcd/m²lx, LTL) and acceptable luminance factor (48 – 56) as well as colour. Because of the wear of the winter traffic, the lines were almost gone the second summer. The thickness of the lines were also measured for durability valuation. They ranged from 0,25 to 0,49 mm including drop-on-beads. The durability, expressed as covering power, ranged from 20 to 60 percent, valuated from the line closest to the edge line.

Conclusion: The water-bourne paints are capable of performing reasonably well as edge line of the lower road network in all weather conditions. They can replace the thin spray thermoplastics on roads where the edge line is close to the edge of the pavement and will not be overdriven. The durability of the paints is not high enough to give the required performance over two winters, though, at least on roads which are salted and bare during most of the winter. Washing can help keeping up the performance during winter time.



7.5 Felles oppsummering

Til tross for noe ulike konklusjoner i de ulike landene er det generelle inntrykket at vannbasert vegmerkemaling kan være et god alternativ som oppmerkingsmateriale på lavtraffikert vegnett. Da primært på veger med ÅDT mindre enn 1500 kjt/dgn.

Resultatene fra Sverige tyder på at malingsproduktene ikke fungerer like bra på gjenvinningsasfalt (återvinningsasfalt).

Alle linjene, med unntak av på Island, hadde god funksjon (over $100 \text{ mcd/lx}^{-1}/\text{m}^{-2}$) etter en vinter på veien. På de norske prøvefeltene hadde alle produktene god funksjon over flere år. Disse feltene ligger imidlertid på strekninger hvor linjene ligger under snø og is store deler av vinteren. I de andre landene var funksjonen dårlig etter to vintre, noe som indikerer at man trolig må fornye linjene hvert år.

Når det gjelder kostnader er det et svært begrenset grunnlag for å konkludere omkring dette. Hvilket produkt som er mest lønnsomt basert på en levetidsbetraktning avhenger av kostnadene for de enkelte produktene. De norske beregningene indikerer at dersom totalkostnaden over tid skal være den samme må den vannbaserte ha en pris på veg som er ca. 20% lavere enn for tynnspray.

Når det gjelder produksjon på veg har den vannbaserte vegmerkemalingen akseptable tørketider under tørt vær og temperaturen var over 5°C . temperaturer under dette og situasjoner med svært høy luftfuktighet kan i enkelte tilfeller være et problem. Registrering av tørketidene fra produksjon i Buskerud viser en gjennomsnittlig tørketid på rundt 12 minutter for alle tilfellene, men de fleste observasjonene ligger på mellom 3 og 7 minutter.