

# Testing av epoksyasfalt

Varige veger 2011 - 2014

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 241



**Tittel**

Testing av epoksyasfalt

**Undertittel**

Varige veger 2011 - 2014

**Forfatter**

Carl Christian Thodesen

**Avdeling**

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

**Seksjon**

Vegteknologi

**Prosjektnummer**

603102

**Rapportnummer**

Nr. 241

**Prosjektleder**

Leif Bakløkk

**Godkjent av**

Nils Uthus

**Emneord**

Epoksyasfalt, Slitasje, Prall-testing

**Sammendrag**

Denne rapporten omhandler et laboratorieforsøk som ble utført for å evaluere motstand mot slitasje av epoksyasfalt. Det ble laget standard Ab 11 asfaltprøver, hvor kun bindemidlet varierte, med epoksy og med et vanlig 70/10 bindemiddel. Alle prøvene ble testet for motstand mot piggdekkslitasje, dvs. Prall-testing.

Epoksy materialet ble levert av Statens vegvesen fra ChemCo systems, USA. Asfaltprøvene ble testet iht. NS - EN 12697 - 16. Epoksyasfaltprøvene ble testet etter forskjellige herdingsperioder (1, 2, og 7 dager). Testresultatene ble analysert ved bruk av ANOVA (variensanalyse).

Analysen viste at epoksyasfalten var mer slitesterk enn den vanlige asfalten etter 1 og 2 dagers herding, men etter 7 dagers herding var slitasjeverdiene fra prøvene statistisk like. Effekten av variasjon i hulrom var ikke tatt i betraktning i denne analysen.

**Title**

Testing of Epoxy Asphalt

**Subtitle**

Durable Roads 2011 - 2014

**Author**

Carl Christian Thodesen

**Department**

Traffic Safety, Environment and Technology

**Section**

Road Technology

**Project number**

603102

**Report number**

No. 241

**Project manager**

Leif Bakløkk

**Approved by**

Nils Uthus

**Key words**

Epoxy asphalt, Wear, Prall -testing

**Summary**

This report describes a laboratory investigation conducted to evaluate the resistance of epoxy asphalt to studded tire wear. Standard AC 11 asphalt specimens were produced in the laboratory with epoxy containing binder and with a common pen 70/100 binder. All samples were tested for their resistance to studded tire wear using the Prall testing procedure. The asphalt samples were tested in accordance to NS - EN 12697 - 16. Epoxy asphalt samples were tested after varying curing times (1, 2, and 7 days). Results of the testing were analysed using ANOVA (Analysis of Variance). The analysis showed that epoxy asphalt samples had better wear resistance compared to those containing pen 70/100 binder after curing times of 1 and 2 days, but after curing time of 7 days the values for resistance against studded tire wear were statistically the same for all samples. In this analysis the effect of the variation in void content on the resistance to wear was not considered.

## Forord

De siste åra har det bygd seg opp et stadig sterkere behov for et faglig løft innenfor vegteknologiområdet i Norge. Vi ser at det både er et behov og et potensial for å bedre kvaliteten og øke levetiden på asfaltdekkene. I Nasjonal Transportplan, i Statens vegvesens Handlingsprogram og i mange fylker legges det også opp til sterkere satsing på å ta vare på eksisterende vegnett.

Effektmålet til etatsprogrammet Varige veger er **«Økt dekkelevetid og reduserte årskostnader for hele vegkonstruksjonen på det norske vegnettet»**.

Etatsprogrammet har fokus på følgende tre hovedtema som utgjør hver sin arbeidspakke:

- 1. Vegdekker**
- 2. Dimensjonering og forsterkning**
- 3. Kunnskapsformidling og implementering**

Programmets målsettinger skal nås gjennom tiltak på hele vegkonstruksjonen inkludert undergrunn/underbygning. I tillegg er det viktig at det fokuseres på å heve kompetansen både hos Statens vegvesen og andre byggherrer, entreprenører, konsulenter, undervisnings- og forskningsinstitusjoner.

Et av målene med etatsprogrammet Varige veger er å teste ut nye spesielle dekketyper som har gode deformasjons- og slitasjeegenskaper. I regi av OECD har det i flere år pågått et FoU prosjekt som het « Long Life Pavements for Busy Roads». Målet med prosjektet er å utvikle varige slitelagsdekker for høytrafikkerte veger. En av dekketyperne som ble testet og utviklet under dette prosjektet var epoksyasfalt, dvs. asfalt tilsatt epoksy. I den tredje fasen av prosjektet skal dekkematerialene testes i felt. Statens vegvesen ble bedt om være med og prøve ut materialene.

Statens vegvesen meldte sin interesse for å prøve ut epoksyasfalt, men ved nærmere undersøkelse viste seg at epoksyasfaltmaterialet ikke var testet for motstand mot piggdekkslitasje. Det ble derfor bestemt å kjøre et laboratorieforsøk for å teste slitasjemotstanden til epoksyasfalt før man legger materialet ut på felt.

Dette forsøket ble definert som delaktivitet i etatsprogrammet Varige veger, Arbeidspakke 1 (vegdekker).

Denne rapporten beskriver laboratorieforsøket som ble utført for å evaluere epoksyasfaltens motstand mot slitasje i forhold til vanlige dekker. Rapporten er utarbeidet av SINTEF Byggforsk.



**SINTEF Byggforsk**Postadresse:  
Postboks 4760 Sluppen  
7465 TrondheimSentralbord: 73593000  
Telefaks: 73591478byggforsk@sintef.no  
<http://www.sintef.no/Byggforsk/>  
Foretaksregister:  
NO 948007029 MVA

# Rapport

## Testing av Epoksyasfalt

Testing av prøver i Prall med forskjellige herdingsperioder (1, 2, og 7 dager)

**EMNEORD:**  
Epoksyasfalt  
Prall**VERSJON**  
1,0**DATO**  
2012-01-20**FORFATTER**  
Carl Christian Thodesen**OPPDRAKSGIVER**  
Statens Vegvesen**OPPDRAKSGIVERS REF.**  
Rabbira Garba Saba**PROSJEKTNR**  
3C086201**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**  
12**SAMMENDRAG**

Det ble laget vanlige Ab11 asfaltprøver med epoksy og med et vanlig bindemiddel til Pralltesting. Disse prøvene ble testet iht. NS-EN 12697-16 med forskjellige herdingsperioder (etter 1, 2 og 7 dager).

Etter Pralltesting ble resultatene analysert ved bruk av den statistiske analysen ANOVA (Variansanalyse). Variansanalysen av slitasjeverdiene viste at epoksyasfalten var mer slitesterk etter 1 og 2 dagers herding, men at etter 7 dagers herding var sliteverdiene fra prøvene statistisk like.

**UTARBEIDET AV**  
Carl Christian ThodesenSIGNATUR  
**KONTROLLERT AV**  
Dagfinn GryteselvSIGNATUR  
**GODKJENT AV**  
Svein Willy DanielsenSIGNATUR  
**RAPPORTNR**  
SBF 2012 A0123**ISBN**  
978-82-14-05168-1**GRADERING**  
Åpen**GRADERING DENNE SIDE**  
Åpen

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBESKRIVELSE
1	2012-01-20	Epoksy, Prall, ANOVA



# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Prøvematerialer og prosedyrer</b> .....	<b>5</b>
2.1	Prøvematerialer.....	5
2.2	ANOVA .....	6
<b>3</b>	<b>Resultater</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Vurdering</b> .....	<b>9</b>
4.1	Bindemiddeltype.....	9
4.1.1	Epoksy.....	9
4.1.2	Bitumen.....	9
4.1.3	Effekt av herdingsperiode på bitumen- og epoksyprøver .....	9
4.2	Herdingsperiode.....	9
4.2.1	1 dags herding.....	9
4.2.2	2 dagers herding.....	9
4.2.3	7 dagers herding.....	9
4.2.4	Sammenligning av epoksy- og bitumen prøver etter ulike herdingsperioder .....	9
4.3	Epoksy vs. Bitumen.....	9
<b>5</b>	<b>Konklusjoner</b> .....	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>10</b>

## Figurer

Figur 1: Testpløn.....	5
Figur 2: ChemCo epoksyasfalt: (a) Part A (14,6%) og (b)Part B binder (85,4%).....	6
Figur 3: Slitasjeverdier etter ulike herdingsperioder .....	8
Figur 4: Slitasjeverdi som funksjon av herdingsperiode for epoksy- og bitumenprøver .....	8

## Tabeller

Tabell 1: Resultater.....	7
Tabell 2: Oppsummering av resultatene.....	8

### BILAG/VEDLEGG

Vedlegg A: Bilder av epoksy- og bitumenprøver etter 1,2,og 7 dagers herding



## 1 Innledning

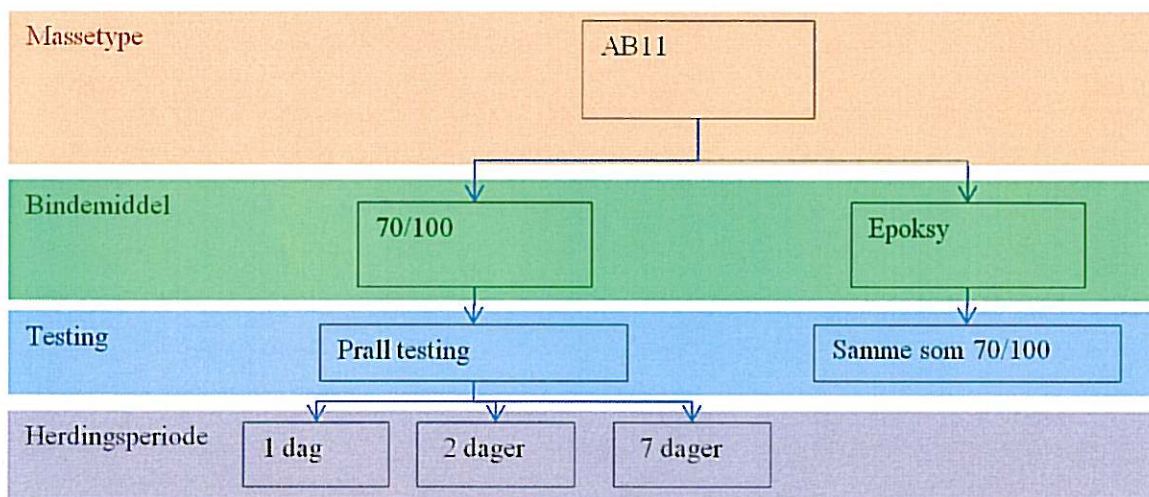
Som en del av arbeidet med å utvikle spesielle asfaltdekker, er det ønskelig å undersøke epoksyasfalt. Målet med dette oppdraget er å undersøke epoksyasfaltens sliteegenskaper ved hjelp av laboratorietesting. Oppdraget omfatter:

1. Lage asfaltprøver til Pralltesting. Vanlig Ab 11 masse med epoksy og med et vanlig bindemiddel B70/100.
2. Teste prøver i Prall med forskjellige herdingsperioder (etter 1, 2 og 7 dager).
3. Rapportere resultatene.

## 2 Prøvematerialer og prosedyrer

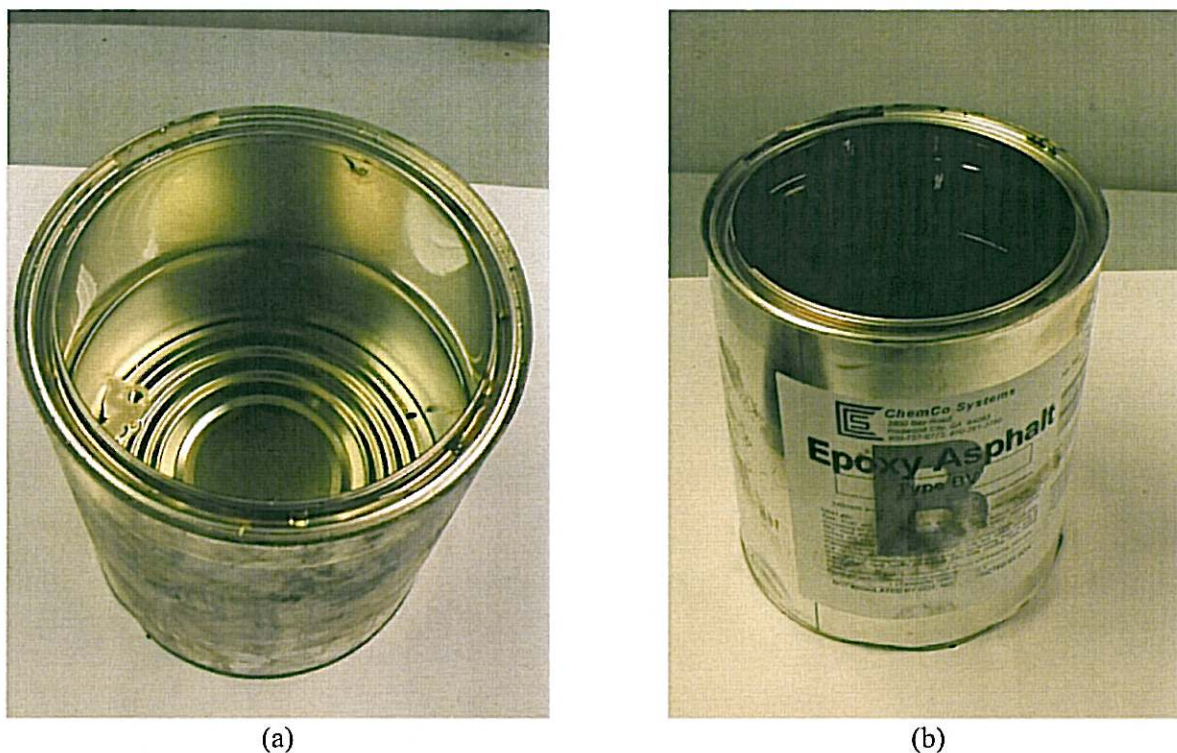
### 2.1 Prøvematerialer

Marshallprøver ble laget iht. NS-EN 12697-31 [1], og deretter testet i Prall-utstyret etter 1, 2, og 7 dagers herding iht. NS-EN 12697-16 [2]. Testprogrammet er vist i Figur 1.



**Figur 1: Plan for testing**

Det ble brukt en Ab11-masse. Tilslagsmaterialet kom fra Vassfjellet og bindemiddelinnholdet var på 5,1 %. Epoksybindemiddelet ble levert av Statens Vegvesen, og var produsert av ChemCo systems i USA. Epoksybindemiddelet ble levert i 2 ulike deler, der den ene var epoksydelen og den andre var bindemiddel-delen. Som vist i Figur 2 ble det blandet inn 14,6 % av del A og 85,4 % av del B til steinmaterialet før blanding.



**Figur 2: ChemCo epoxy asfalt: (a) Part A (14,6%) og (b) Part B binder (85,4%)**

Etter OECD [3] sine anbefalinger ble det brukt en 30 minutters "holding" tid for å gi epoksyasfalten tid å reagere før komprimering. Men etter 30 minutter i 130 °C hadde bindemiddelet stivnet så mye at det ikke var mulig å bruke det til prøvelaging. For å sikre at epoksyen ikke stivnet før komprimering ble prøvene deretter komprimert rett etter blanding.

## 2.2 ANOVA

Variansanalyse [4] ble benyttet for å sammenligne gjennomsnittene til gruppene. I denne hypotesen tester man et gitt antall populasjoner.

1.  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_I$
2.  $H_A$ : minst to av gruppene er forskjellige

### 3 Resultater

Tabell 1 viser testresultatene som skal rapporteres i følge NS-EN 12697-16:2004. Testing ble utført av Haris Brcic og Fred Horhagen i januar 2012.

**Tabell 1: Resultater**

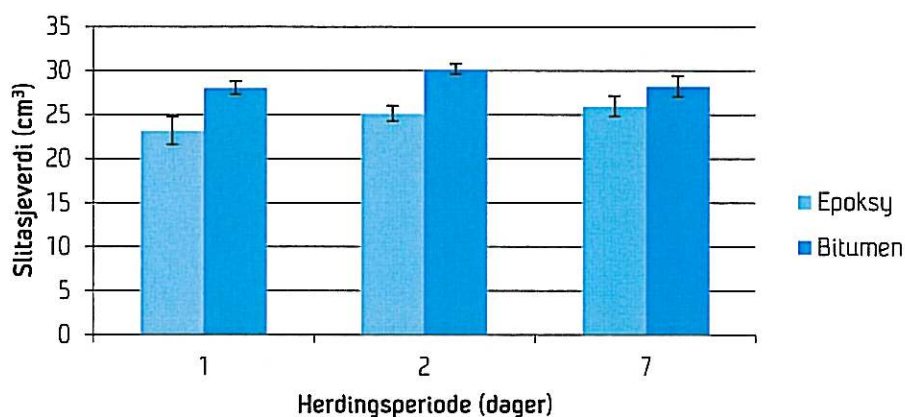
Prøve nr.	Prøve type	Herdingsperiode	Romdensitet	Slitasjeverdi
		(dager)	(g/cm <sup>3</sup> )	(cm <sup>3</sup> )
E15-b	Epoksy	1	2,742	22
E14-b	Epoksy	1	2,737	20
E12-a	Epoksy	1	2,753	24
E12-b	Epoksy	1	2,756	27
B10-a	Bitumen	1	2,739	26
B10-b	Bitumen	1	2,737	28
B9-a	Bitumen	1	2,731	29
B8-b	Bitumen	1	2,730	30
E10-b	Epoksy	2	2,754	25
E8-b	Epoksy	2	2,748	27
E11-b	Epoksy	2	2,708	23
E11-a	Epoksy	2	2,743	25
B3-a	Bitumen	2	2,704	30
B1-b	Bitumen	2	2,717	29
B1-a	Bitumen	2	2,719	32
B4-b	Bitumen	2	2,718	30
E7-a	Epoksy	7	2,729	24
E7-b	Epoksy	7	2,735	24
E4-a	Epoksy	7	2,727	27
E4-b	Epoksy	7	2,708	29
B3-b	Bitumen	7	2,705	29
B2-b	Bitumen	7	2,760	30
B2-a	Bitumen	7	2,761	29
B7-a	Bitumen	7	2,763	25



Tabell 2 og Figur 3 viser middel- og standardavvikverdiene fra både epoksy- og bitumenprøvene.

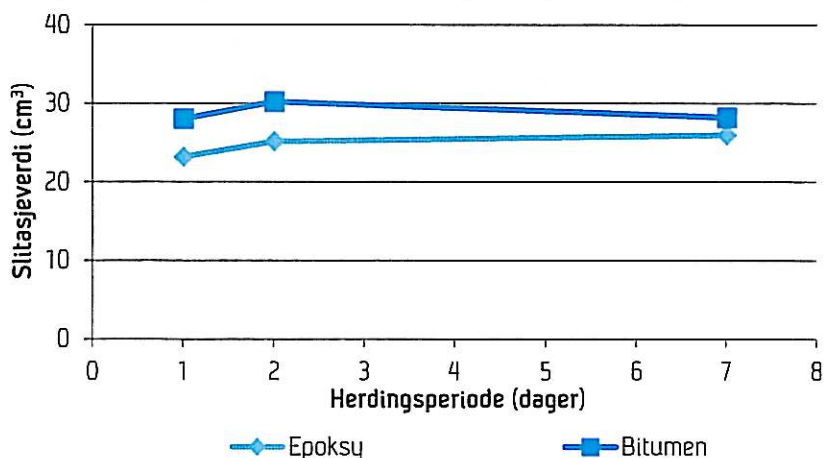
**Tabell 2: Oppsummering av resultatene**

Prøve type	Herdingsperiode	Romdensitet		Slitasjeverdi	
		Middel	St. Avvik	Middel	St. Avvik
	(dager)	(g/cm <sup>3</sup> )	(g/cm <sup>3</sup> )	(cm <sup>3</sup> )	(cm <sup>3</sup> )
Epoksy	1	2,747	0,009	23	3
Bitumen	1	2,734	0,004	28	2
Epoksy	2	2,738	0,021	25	2
Bitumen	2	2,714	0,007	30	1
Epoksy	7	2,725	0,012	26	2
Bitumen	7	2,747	0,028	28	2



**Figur 3: Slitasjeverdier etter ulike herdingsperioder**

Figur 4 viser utviklingen av slitasjeverdiene etter 1, 2, og 7 dagers herding.



**Figur 4: Slitasjeverdi som funksjon av herdingsperiode for epoksy- og bitumenprøver**

## 4 Vurdering

ANOVA (variansanalysen) ble benyttet til å vurdere om forskjellene mellom de ulike prøvene var statistisk signifikante.

### 4.1 Bindemiddeltipe

Middelverdiene etter 1, 2, og 7 dager ble sammenlignet, for å vurdere om middelverdiene etter de ulike herdingsperiodene var statistisk like.

#### 4.1.1 Epoksy

**Ingen** statistisk signifikant forskjell mellom gjennomsnitts slitasjeverdier blant epoksyprøvene etter 1, 2 og 7 dagers herding (P-verdi =0,311).

#### 4.1.2 Bitumen

**Ingen** statistisk signifikant forskjell mellom gjennomsnitts slitasjeverdier mellom bitumenprøvene etter 1, 2 og 7 dagers herding (P-verdi =0,227)

#### 4.1.3 Effekt av herdingsperiode på bitumen- og epoksyprøver

Det var ingen statistisk signifikant forskjell mellom slitasjeverdiene for de ulike herdingsperiodene både for bitumen- og epoksyprøvene.

## 4.2 Herdingsperiode

Middelverdiene for epoksy- og bitumenprøvene ble sammenlignet for hver enkel herdingsperiode.

### 4.2.1 1 dags herding

Etter 1 dags herding var det en statistisk signifikant forskjell mellom epoksy- og bitumenprøvene. (P-verdi =0,033).

### 4.2.2 2 dagers herding

Etter 2 dagers herding var det en statistisk signifikant forskjell mellom epoksy- og bitumenprøvene. (P-verdi =0,003).

### 4.2.3 7 dagers herding

Etter 7 dagers herding var det **ingen** statistisk signifikant forskjell mellom epoksy- og bitumenprøvene. (P-verdi =0,228).

### 4.2.4 Sammenligning av epoksy- og bitumenprøver etter ulike herdingsperioder

Variansanalysen av slitasjeverdiene viste at epoksyasfalten var mer slitesterk etter 1 og 2 dagers herding, men at etter 7 dagers herding var sliteverdiene fra prøvene statistisk like.

## 4.3 Epoksy i forhold til bitumen

Middelverdien fra alle epoksyprøvene og alle bitumenprøvene ble sammenlignet. Fra variansen var det mulig å konkludere med at det er en statistisk signifikant forskjell mellom epoksy- og bitumenprøvene.

(P-verdi =0,000226). Gjennomsnittslitasje verdi fra epoksyprøvene var lavere enn bitumenprøvene. Dette betyr at når middelverdiene fra alle (1, 2, og 7 dagers herding) prøvene ble sammenlignet, viste det seg at epoksyprøvene hadde statistisk signifikante lavere slitasje verdier.

## 5 Konklusjoner

Epoksy og bitumen Ab11 prøver ble testet mot piggdekkslitasje ved bruk av Prall-testen. I fra disses testene kan det konkluderes at:

- Epoksyprøvene var mindre sårbare for piggdekkslitasje enn bitumenprøvene etter både 1 og 2 dagers herding. Etter 7 dagers herding var slitasje verdiene statistisk like.
- Slitasje verdiene fra epoksyprøvene etter 1, 2, og 7 dager var statistisk like. Dette betyr at det var ingen betydelig forsterkning av epoksy mellom 1,2, og 7 dager.
- Når alle herdingsperiodene var vurdert var epoksyprøvene mere slitesterke enn bitumenprøvene.

## 6 Referanser

- [1] Bituminøse masser – Prøvingmetoder for varmblandet asphalt Del 31: Gyatorprøve preparasjon: NS-EN 12697-31, Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt – Part 31: Specimen preparation by gyratory compactor.
- [2] Bituminøse masser – Prøvingmetoder for varmblandet asphalt Del 16: Piggdekkslitasje: NS-EN 12697-16, Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt – Part 16: Abrasion by studded tires.
- [3] Organisation for Economic Co-Operation and Development (2008) "Long-Life Surfaces for Busy Roads".
- [4] Ott, R.L. & Longnecker, M.(2001) "An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis – Fifth Edition" ISBN 0-534-25122-6, Duxbury Publishing, Pacific Grove, CA, USA.



Vedlegg A: Bilder av epoksy- og bitumenprøver etter 1, 2, og 7 dagers herding.



Figur A.1: Bindemiddel- og epoksyprøver etter Prall-testing etter 1 dags herding.



Figur A.2: Bindemiddel- og epoksyprøver etter Prall-testing etter 2 dagers herding.





Figur A.3: Bindemiddel- og epoks prøver etter Prall-testing etter 7 dagers herding.



Teknologi for et bedre samfunn

[www.sintef.no](http://www.sintef.no)



Statens vegvesen  
Vegdirektoratet  
Publikasjonsekspedisjonen  
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO  
Tlf: (+47 915) 02030  
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

**Trygt fram sammen**