



SINTEF Byggforsk
Veg- og jernbaneteknikk

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøk: Høgskoleringen 7A
Telefon: 73 59 46 10
Telefaks: 73 59 14 78

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Utvikling av slitesterke tynndekker.
Testing av bindemidler og innledende slitasjetesting med Trøger**

FORFATTER(E)

Bjørn Ove Lurfald

OPPDRAKSGIVER(E)

Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Tek – T.

| | | | |
|---|---|--|---|
| RAPPORTNR. SBF IN A07002 | GRADERING Åpen | OPPDRAKSGIVERS REF. Leif Jørgen Bakløkk | |
| GRADER. DENNE SIDE Åpen | ISBN 978-82-536-0936-2 | PROSJEKTNR. 530008 | ANTALL SIDER OG BILAG 22 + 2 vedlegg |
| ELEKTRONISK ARKIVKODE I:\pro\530008 Slitesterke asfaltdekker\Rapport\RAPPORT1-slitesterke dekker.doc | PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Bjørn Ove Lurfald | VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Dagfin Gryteselv | |
| ARKIVKODE 530008 | DATO 2007-02-07 | GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Inge Hoff, forskningsleder | |

SAMMENDRAG

Statens vegvesen, Vegdirektoratet (Tek-T) har startet et prosjekt med tittelen "Miljøvennlige vegdekker". Prosjektet er planlagt gjennomført i perioden 2004 – 2008.

I dette prosjektet er det påvist at tynndekker har støyreducerende egenskaper. Hovedmålet for analysene beskrevet i denne rapporten er å utvikle tynndekker som er slitesterk og som kan brukes i tunneler og gater der det er behov for å redusere svevestøv fra vegslitasje.

I en innledende undersøkelse ønsket man å se på effekten av bruk av polymermodifiserte bindemidler i massetypen støpeasfalt med liten maksimal steinstørrelse. Dette med bakgrunn i resultater funnet i en hovedoppgave utført ved NTH i 1989 [1].

Det er utført analyser av et utvalg av bindemidler. Basert på disse resultatene ble 7 bindemidler valgt ut til å inngå i en undersøkelse hvor slitestykken til en støpeasfalt (Sta 2) ble undersøkt i Trøger.

| STIKKORD | NORSK | ENGELSK |
|------------|-------------------|----------------------|
| GRUPPE 1 | Samferdsel | Transport |
| GRUPPE 2 | Vegteknikk | Highway Engineering |
| EGENVALGTE | Asfalt | Asphalt |
| | Materialteknologi | Materials technology |
| | | |

INNHALDSFORTEGNELSE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Bakgrunn | 3 |
| 2 | Innledning | 4 |
| 3 | Faktorer som påvirker slitasjeegenskapene | 5 |
| 4 | Analysemetoder | 7 |
| 4.1 | Bindemidler | 7 |
| 4.2 | Filler | 7 |
| 4.3 | Asfaltmasse | 8 |
| 5 | Resultater | 9 |
| 5.1 | Bindemidler | 9 |
| 5.2 | Filler | 11 |
| 5.3 | Asfaltmasse | 12 |
| 5.3.1 | Kornfordelingskurve Sta 2 | 12 |
| 5.3.2 | Data for Trøgerprøver | 13 |
| 5.3.3 | Resultater etter Trøgertest | 14 |
| 6 | Vurderinger | 20 |
| 7 | Videre arbeid | 21 |
| 8 | Referanser | 22 |

Vedlegg 1 Data for Trøgerprøver

Vedlegg 2 Resultater etter testing i Trøger

1 Bakgrunn

Statens vegvesen, Vegdirektoratet (Tek-T) har startet et prosjekt med tittelen ”*Miljøvennlige vegdekker*”. Prosjektet er planlagt gjennomført i perioden 2004 – 2008.

Stortinget har vedtatt en målsetting om å redusere støyplagene med 25 % fra 1999 til 2010. I regjeringens miljøvernpolitikk (St.meld. 25, 2002-2003) legges det opp til å redusere støyen ved kilden. Her er det også pekt på at en betydelig del av innsatsen må gjøres innenfor vegtrafikk siden dette er hovedkilden for støyplagene.

Når det gjelder luftkvalitet har Norge, og de andre nordiske land hvor det brukes piggdekk, et problem med for høye konsentrasjoner av svevestøv under tørre værforhold vinters tid. Her er det kommet retningslinjer fra EU som skal oppfylles innen 2005 og som ytterligere skjerpes fra 2010.

Prosjektet ”Miljøvennlige vegdekker” har følgende effektmål:

- Færre støyplagede langs norske veger og gater
- Bedre luftkvalitet i tettbygd strøk

I tunneler er produksjon av støv også et problem mht sikt.

2 Innledning

I prosjektet ”Miljøvennlige vegdekker” er det påvist at tynndekker har støyreducerende egenskaper. Hovedmålet for dette prosjektet er å utvikle tynndekker som er slitesterke og som kan brukes i tunneler og gater der det er behov for å redusere svevestøv fra vegslitasje.

I dette prosjektet er målsettingen å utvikle mer slitesterke tynndekker, ved optimal bruk av tilsetningsstoffer i asfalten. I første rekke ønsker man å se på effekten av bruk av polymermodifiserte bindemidler. I løpet av 1980-tallet ble det utført arbeider hvor man analyserte effekten av polymermodifiserte bindemidler mhp slitestyrke. I en hovedoppgave utført ved NTH [1] ble det spesielt sett på slitestyrken til mørtelen ved bruk av ulike polymermodifiserte bindemidler. Arbeidet i dette prosjektet er en videreføring av det arbeidet som ble startet på 1980-tallet.

De viktigste egenskaper for slitesterke asfaltdekker vurderes å være (i tillegg til slitestyrke):

- Elastisitet ved lave temperaturer
- Stabilitet
- Friksjon
- Bearbeidbarhet

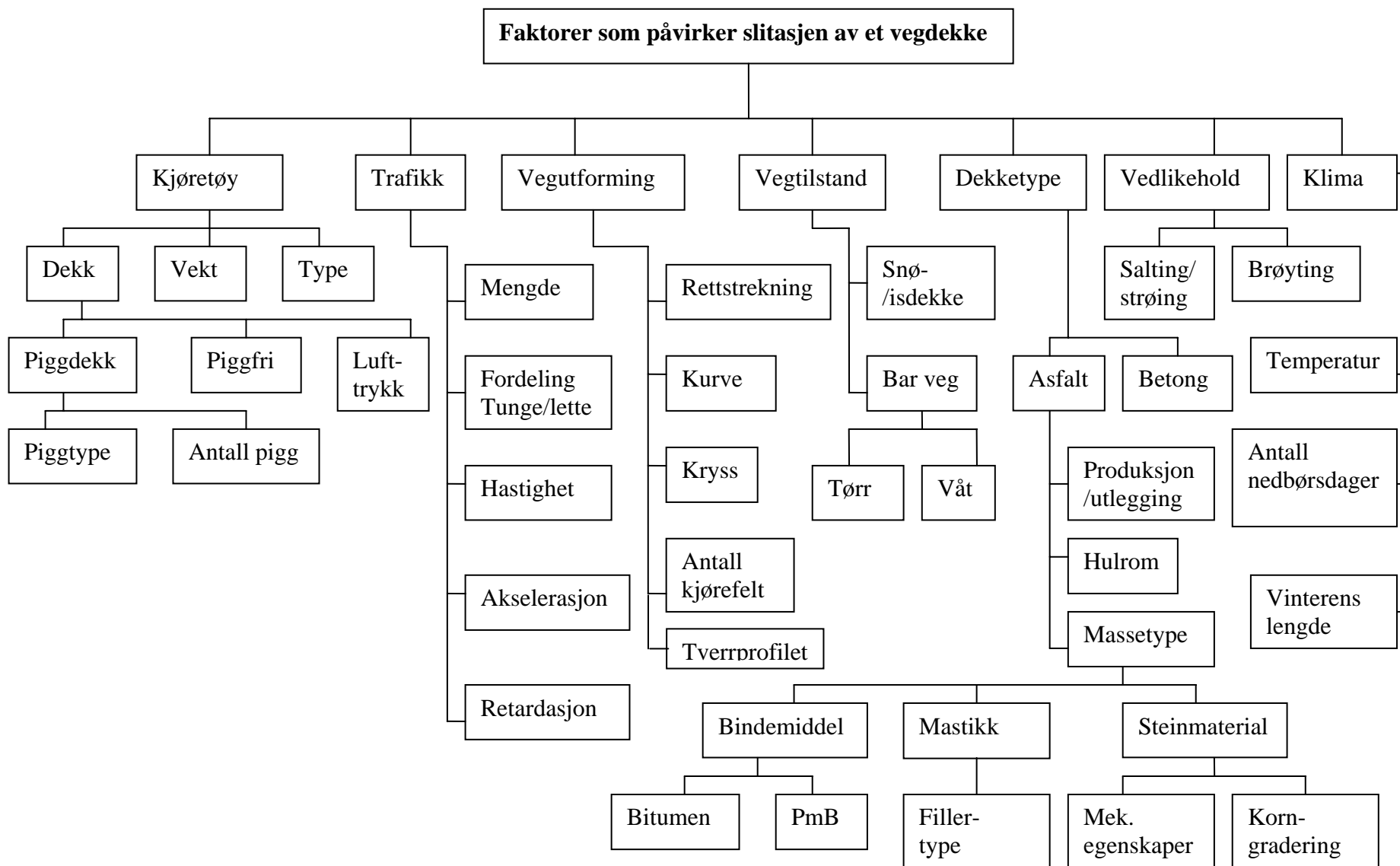
I første omgang konsentreres arbeidet mot utvikling av et dekke som kan legges i tunneler. Dette fordi utfordringene med å få til et dekke som både er slitesterkt og samtidig stabilt, er mindre i en tunnell hvor variasjonene i temperaturer er mindre enn ute i dagen, hvor direkte sollys kan skape høye temperaturer i asfaltdekket sommerstid.

Innledningsvis er det utført analyser av et utvalg av bindemidler. Basert på disse resultatene ble 7 bindemidler valgt ut til å inngå i en undersøkelse hvor slitestyrken til en støpeasfalt ble undersøkt i Trøger. Innledningsvis ble ulike kornkurver for støpeasfalt vurdert. Etter å ha gjennomført noen prøveblandinger ble det bestemt å gå videre med Sta 2.

Dette kan sies å være et ”nytt konsept” mhp utvikling av slitesterke asfaltdekker. Tidligere har slitesterke asfaltdekker blitt produsert ved bruk av grovt steinmateriale med gode mekaniske egenskaper.

3 Faktorer som påvirker slitasjeegenskapene

I figur 1 er det vist en oversikt over faktorer som kan ha betydning for slitasjen av et vegdekke.



Figur1 Faktorer som påvirker slitasjen av et vegdekke.

4 Analysemetoder

4.1 Bindemidler

Alle bindemidler som er benyttet i dette prosjektet er testet etter de testmetoder som er angitt i tabell 1.

Tabell 1 Program for testing av bindemidler.

| Tilstand | Standard | Tittel | Merknad |
|------------------|----------------------------------|---|---|
| Originalt | 14.512 (Håndbok 014) EN 1426 | Penetrasjon | |
| | 14.514 (Håndbok 014) EN 1427 | Mykningspunkt | |
| | 14.523 (Håndbok 014) EN 13398 | Elastisk tilbakegang | |
| | 14.5133 (Håndbok 014) | Viskositet med Brookfield Thermosel | Viskositeten bestemmes ved 160, 180 og 200 °C ^{*)} |
| RTFOT | EN 12607-1 | Vekttap (Determination of the resistance to hardening under influence of heat and air) | |
| | 14.512 (Håndbok 014) EN 1426 | Penetrasjon | Gjenværende penetrasjon (%) bestemmes. |
| | 14.514 (Håndbok 014) EN 1427 | Mykningspunkt | Økning i mykningspunkt bestemmes (°C). |
| | 14.523 (Håndbok 014) EN 13398 | Elastisk tilbakegang | |
| PAV | EN 14769 (PAV) | PAV | PAV-aldring ved 100 °C |
| | EN 14771 (BBR) | BBR | S- og m-verdiene bestemmes ved -24 °C. |

^{*)} Gjelder bare PmB. Mengde bindemeddel bestemmes for 180 °C og målingene gjennomføres for alle 3 temperaturer på samme prøve.

4.2 Filler

For å dokumentere filleregenskapene er densitet bestemt ved bruk av AccuPyc 1330 Pyknometer og partikkelfordelingen er bestemt ved bruk av Coulter LS Particle Size Analyzer. Spesifikk overflate for dette fillermaterialet er tidligere bestemt ved bruk av BET-metoden (FlowSorbII 2300) og Blain-metoden. Ved bruk av BET-metoden blir overflatearealet bestemt ut fra absorbert nitrogen (gass) på overflaten. Nitrogen-gass består av små partikler og vil derfor trenge inn i små porer i prøven. BET-metoden gir normalt større overflateareal enn når Blain-metoden benyttes. Dette fordi ved bruk av Blain-metoden måles luft-permeabilitet. Luften vil passere sidene av partiklene og ikke trenge inn i porene. Overflaten av porene vil derfor ikke bli målt.

4.3 Asfaltmasse

Steinmaterialet som er benyttet er fra Ottersbo. Dette er et tilslagsmateriale med gode mekaniske egenskaper.

Prøvene er produsert og testet med metoder som er angitt i tabell 2. I blandinger hvor det er benyttet polymermodifiserte bindemidler er det ikke tilsatt vedheftningsmidler.

Tabell 2 Metoder for produksjon og testing av masseprøver

| Aktivitet | Standard | Tittel | Merknad |
|-----------------|----------------------|--|---|
| Prøvetillaging | | | Prøvene er tillaget ved bruk av vibrasjonsbord, se figur 2. |
| Slitasjetesting | 14.742 (Håndbok 014) | Trøger, slitasjeegenskaper, norsk metode | Det er utført testing etter standardisert metode, dvs våte prøver kondisjonert ved 0 °C og på tørre prøver som er kondisjonert ved -5 °C. |



Figur 2 Tillaging av prøver ved bruk av vibrasjonsbord.

Prøvene ble produsert med en høyde på 12-13 cm og saget ned til en høyde på 3 cm for testing i Trøger. Prøvene ble først testet i våt tilstand. Etter testing i våt tilstand ble prøvene tørket og sparklet med gips i sporene som ble dannet. Prøvene ble så kondisjonert ved -5 °C og testet tørt på den andre endeflaten. Hulrom er beregnet for alle prøver.

5 Resultater

5.1 Bindemidler

Resultatene etter bindemiddelanalysene er vist i tabell 3.

Tabell 3 Resultater etter analyse av bindemidler

| Bindemiddel | ORIGINALT | | | | | | RTFOT | | | | PAV | |
|-----------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|------------------|-------|-------|---------|------|----------------------------|-------------------|---------|---------|
| | Pen | El.tilbakegang | Mykn.punkt | Viskositet (CPS) | | | Vekttap | Pen | El.tilbakegang | Mykn.punkt | S-verdi | m-verdi |
| | 25°C | 10 °C (%) | °C | 160°C | 180°C | 200°C | % | 25°C | 10 °C (%) | °C | | |
| Nypol 50/70-53 | 56 | 78 | 74.1 | 314 | 138 | 81 | -0.08 | 38 | 69 | 65.2 ⁾ | 608 | 0.208 |
| Nypol 50/100-75 | 60 | 82 | 93 ⁾ | 452 | 232 | 132 | -0.04 | 37 | 71 | 89.9 ⁾ | 514 | 0.194 |
| Cariphalte DM | 82 | 90 | 93.2 ⁾ | 750 | 384 | 202 | 0.03 | 61 | 85 | 82.8 ⁾ | 437 | 0.221 |
| Cariphalte Masterflex | 88 | 94 | 77.3 | 745 | 392 | 220 | 0.03 | 74 | 88 | 76.7 ⁾ | 410 | 0.232 |
| Caribit 45 | 34 | Dukt:11,9 cm ^{**)} | 57.4 | 262 | 125 | 66 | -0.02 | 21 | Dukt: 6,1cm ^{**)} | 65.3 | 704 | 0.180 |
| Styrelf PmB 65 AD | 68 | 65 | 50.9 | 354 | 175 | 92 | -0.02 | 46 | 62 | 55.8 | 511 | 0.253 |
| Styrelf PmB 26/2D | 97 | 79 | 64.8 | 436 | 234 | 126 | -0.06 | 76 | 75 | 59 | 268 | 0.300 |
| B 70/100 | 95 | ikke målt | 44.6 | 111 | | | 0.09 | 55 | ikke målt | 49.1 | 583 | 0.191 |

⁾ Mykningspunkt er bestemt i glyserol.

^{**)} Det er angitt duktilitet-verdi, da bindemiddelet røk før det ble strukket 200mm.

Basert på resultatene i tabell 3 ble det valgt ut bindemidler som skulle benyttes i videre analyser av slitasjeegenskaper. Disse bindemidlene er vist i tabell 4.

Tabell 4 Bindemidler som ble valgt til undersøkelse av slitasjeegenskaper

| Bindemiddeltipe | Leverandør |
|-----------------------|------------|
| Nypol 50/70-53 | Nynäs |
| Nypol 50/100-75 | Nynäs |
| Cariphalte DM | Shell |
| Cariphalte Masterflex | Shell |
| Caribit 45 | Shell |
| Styrelf PmB 26/2D | Total |
| B70/100 | Shell |

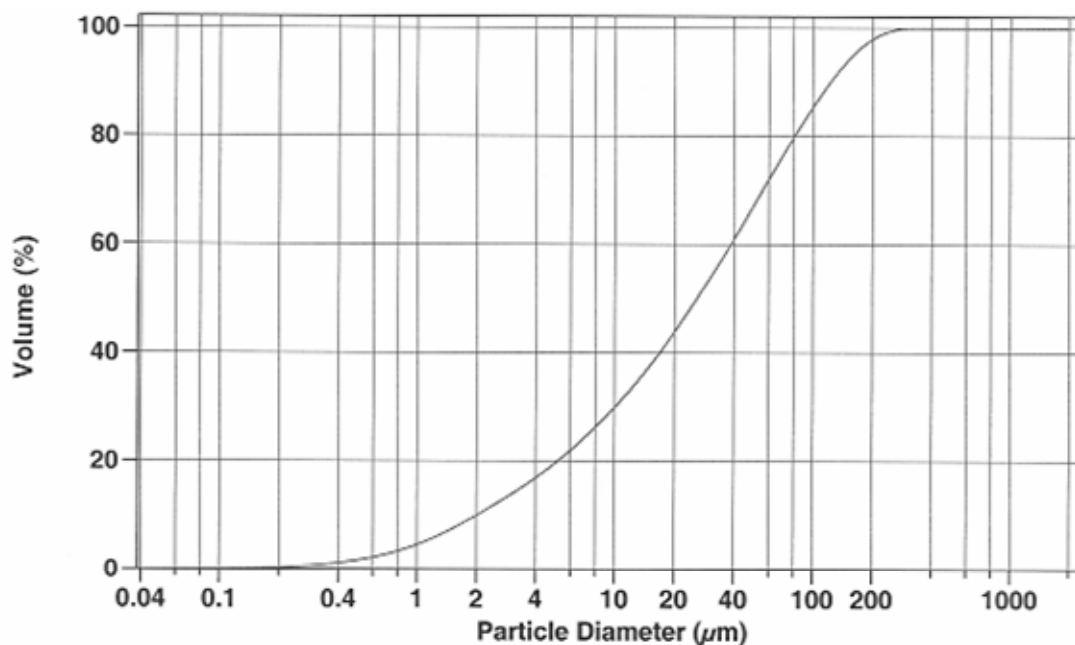
5.2 Filler

Resultatene etter fillerundersøkelsene er vist i tabell 5. Kornfordelingskurven er vist i figur 3.

Tabell 5 Resultater fra filleranalyser

| Fillertype | Densitet (g/cm ³) | Spesifikk overflate ^{*)} | |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | | BET-metoden (m ² /g) | Blain-metoden (m ² /g) |
| Kalksteinfiller | 2,75 | 0,88 | 0,44 |

^{*)} Resultatene er hentet fra en tidligere undersøkelse av fillermaterialet.

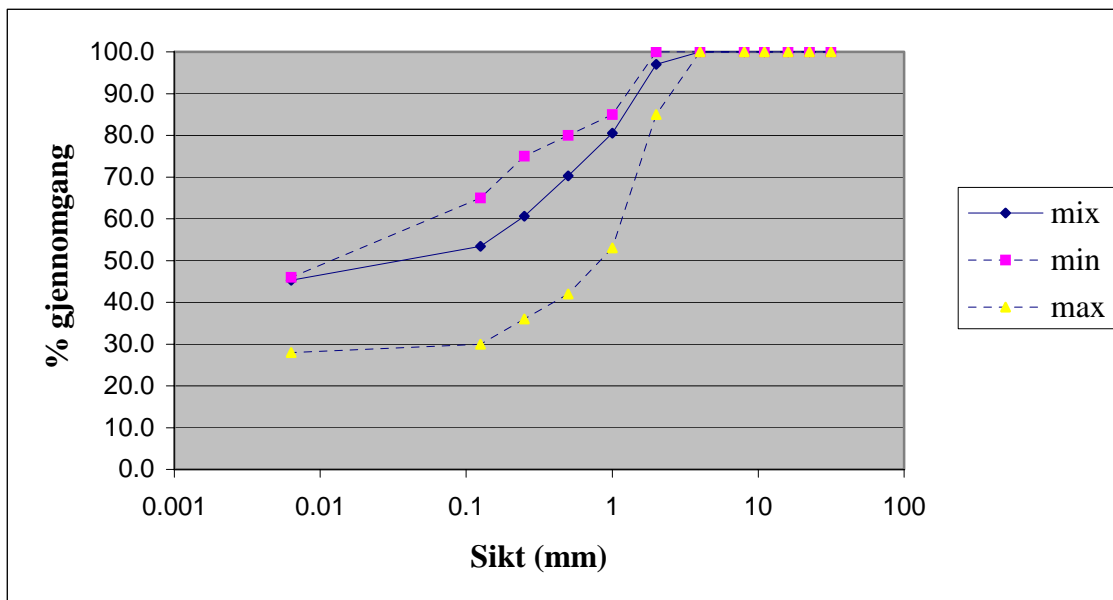


Figur 3 Partikkelfordeling – kalksteinfiller

5.3 Asfaltmasse

5.3.1 Kornfordelingskurve Sta 2

Kornfordelingskurve for sammensatt steinmateriale er vist i figur 4. Kornfordelingskurven er satt sammen ut fra veieskjema vist i tabell 6.



Figur 4 Kornfordelingskurve for Sta 2.

Tabell 6 Veieskjema for Sta 2.

| Fraksjoner | Materiale | % | Gram | Sum % | Sum Gram |
|---------------|-----------|----|------|-------|----------|
| 2.0-4.0mm | Ottersbo | 3 | 120 | 3 | 120 |
| 1.0-2.0mm | ” | 16 | 640 | 19 | 760 |
| 0.5-1.0mm | ” | 11 | 440 | 30 | 1200 |
| 0.250-0.500mm | ” | 9 | 360 | 39 | 1560 |
| 0.125-0.250mm | ” | 8 | 320 | 47 | 1880 |
| 0.063-0.125mm | ” | 8 | 320 | 55 | 2200 |
| Filler | Kalkstein | 45 | 1800 | 100 | 4000 |

5.3.2 Data for Trøgerprøver

Data for prøver som er benyttet ved testing i Trøger er vist i tabell 7. I tillegg til testing av Stamassene er det også testet en ordinær referansemasse, Ab 11, med bindemiddelklasse 160/200. For detaljerte prøvedata vises til vedlegg 1.

Tabell 7 Data for Trøgerprøver

| PRØVE NR. | Masstype | Bindemiddeltipe | MIDDEL- HØYDE (mm) | BINDE- | HULROM |
|-----------------------|---------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | | | | MIDDEL INNHOOLD (%) | (%) |
| A1 | Sta 2 | Nypol 50/70-53 | 29.7 | 12.50 | 2.92 |
| A2 | Sta 2 | Nypol 50/70-53 | 29.9 | 12.50 | 2.94 |
| A3 | Sta 2 | Nypol 50/70-53 | 30.1 | 12.50 | 3.02 |
| | | | | | 2.96 |
| B1 | Sta 2 | Nypol 50/100-75 | 29.8 | 12.50 | 3.28 |
| B2 | Sta 2 | Nypol 50/100-75 | 29.8 | 12.50 | 3.14 |
| B3 | Sta 2 | Nypol 50/100-75 | 29.9 | 12.50 | 3.22 |
| | | | | | 3.21 |
| C1 | Sta 2 | Cariphalte DM | 29.7 | 12.50 | 3.69 |
| C2 | Sta 2 | Cariphalte DM | 29.7 | 12.50 | 3.61 |
| C3 | Sta 2 | Cariphalte DM | 29.8 | 12.50 | 3.62 |
| | | | | | 3.64 |
| D1 | Sta 2 | Cariphalte Masterflex | 29.6 | 12.50 | 3.54 |
| D2 | Sta 2 | Cariphalte Masterflex | 29.8 | 12.50 | 3.40 |
| D3 | Sta 2 | Cariphalte Masterflex | 29.7 | 12.50 | 3.64 |
| | | | | | 3.52 |
| E1 | Sta 2 | Caribit 45 | 30.0 | 12.50 | 3.04 |
| E2 | Sta 2 | Caribit 45 | 30.0 | 12.50 | 2.87 |
| E3 | Sta 2 | Caribit 45 | 30.0 | 12.50 | 2.94 |
| | | | | | 2.95 |
| F1 | Sta 2 | Styrelf PMB 26/2D | 29.8 | 12.50 | 2.80 |
| F2 | Sta 2 | Styrelf PMB 26/2D | 29.8 | 12.50 | 2.72 |
| F3 | Sta 2 | Styrelf PMB 26/2D | 29.8 | 12.50 | 2.98 |
| | | | | | 2.83 |
| G1 | Sta 2 | Pen 70/100 | 29.7 | 12.50 | 3.16 |
| G2 | Sta 2 | Pen 70/100 | 29.8 | 12.50 | 3.31 |
| G3 | Sta 2 | Pen 70/100 | 29.9 | 12.50 | 3.10 |
| | | | | | 3.19 |
| H1 | Sta 4 | Pen 70/100 | 30.2 | 11.00 | 0.00 ^{*)} |
| H2 | Sta 4 | Pen 70/100 | 30.3 | 11.00 | 0.00 ^{*)} |
| | | | | | 0.00^{*)} |
| I1 | Sta 2 | Pen 70/100 12 % u/amin | 30.0 | 12.00 | 2.87 |
| I2 | Sta 2 | Pen 70/100 12 % u/amin | 30.0 | 12.00 | 3.04 |
| I3 | Sta 2 | Pen 70/100 12 % u/amin | 30.3 | 12.00 | 3.09 |
| | | | | | 3.00 |
| J1 | Sta 2 | Cariphalte DM 21 % | 29.0 | 21.40 | 4.45 |
| | | | | | 4.45 |
| Ref.1a ^{**)} | Ab11 Ottersbo | Pen 160/180 | 30.1 | 5.90 | 0.39 |
| Ref.2a ^{**)} | Ab11 Ottersbo | Pen 160/180 | 30.2 | 5.90 | 0.45 |
| Ref.3a ^{**)} | Ab11 Ottersbo | Pen 160/180 | 30.2 | 5.90 | 0.15 |
| | | | | | 0.33 |
| Ref.1b ^{**)} | Ab11 Ottersbo | Pen 160/180 | 30.3 | 5.90 | 0.32 |
| Ref.2b ^{**)} | Ab11 Ottersbo | Pen 160/180 | 30.3 | 5.90 | 0.32 |
| Ref.3b ^{**)} | Ab11 Ottersbo | Pen 160/180 | 30.5 | 5.90 | 0.28 |
| | | | | | 0.31 |

^{*)} Ved beregning av hulrom ble negativt hulrom beregnet. Hulromsverdiene er derfor satt til 0.

^{**) a-prøver er benyttet til tørr-testing i Trøger mens b-prøver er benyttet til våt-testing.}

Som det framgår av tabell 7 så har prøve J høyere hulrom enn prøve C til tross for at den har vesentlig høyere bindemiddelinhold. Dette kan ha sammenheng med at prøve J ble så ”flytende” at den var vanskelig å komprimere.

5.3.3 Resultater etter Trøgertest

I tabell 8 og figur 5 er det foretatt en sammenstilling av middelverdier etter testing i Trøger. Detaljerte resultater etter testing i Trøger er vist i vedlegg 2.

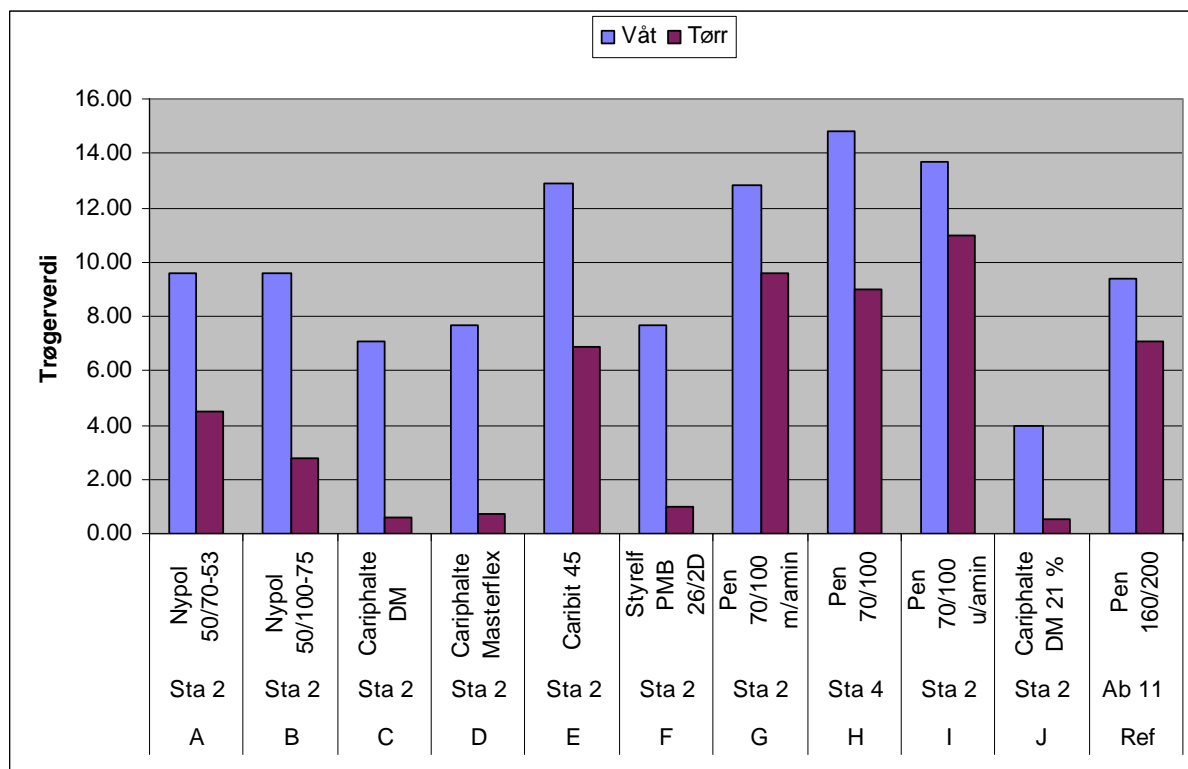
Tabell 8 Resultater etter testing i Trøger (middelverdier)

| Prøve | Masse- type | Bindemiddeltype | Bindemiddel- innh. (%) | Hulrom middelverdi (%) | Trøgerverdi (middel) | |
|-------|----------------|-----------------------|------------------------------|---|----------------------|-------|
| | | | | | Våt | Tørr |
| A | Sta 2 | Nypol 50/70-53 | 12.50 | 2.96 | 9.60 | 4.50 |
| B | Sta 2 | Nypol 50/100-75 | 12.50 | 3.21 | 9.60 | 2.80 |
| C | Sta 2 | Cariphalte DM | 12.50 | 3.64 | 7.10 | 0.60 |
| D | Sta 2 | Cariphalte Masterflex | 12.50 | 3.52 | 7.70 | 0.70 |
| E | Sta 2 | Caribit 45 | 12.50 | 2.95 | 12.90 | 6.90 |
| F | Sta 2 | Styrelf PMB 26/2D | 12.50 | 2.83 | 7.70 | 1.00 |
| G | Sta 2 | Pen 70/100 m/amin | 12.50 | 3.19 | 12.80 | 9.60 |
| H | Sta 4 | Pen 70/100 | 11.00 | 0.00 ^{*)} | 14.80 | 9.00 |
| I | Sta 2 | Pen 70/100 u/amin | 12.00 | 3.00 | 13.70 | 11.00 |
| J | Sta 2 | Cariphalte DM 21 % | 21.40 | 4.45 | 4.00 | 0.50 |
| Ref | Ab 11 | Pen 160/200 | 5.90 | 0.33 ^{**) / 0.31^{***)}} | 9.40 | 7.10 |

^{*)} Ved beregning av hulrom ble negativt hulrom beregnet. Hulromsverdien er derfor satt til 0.

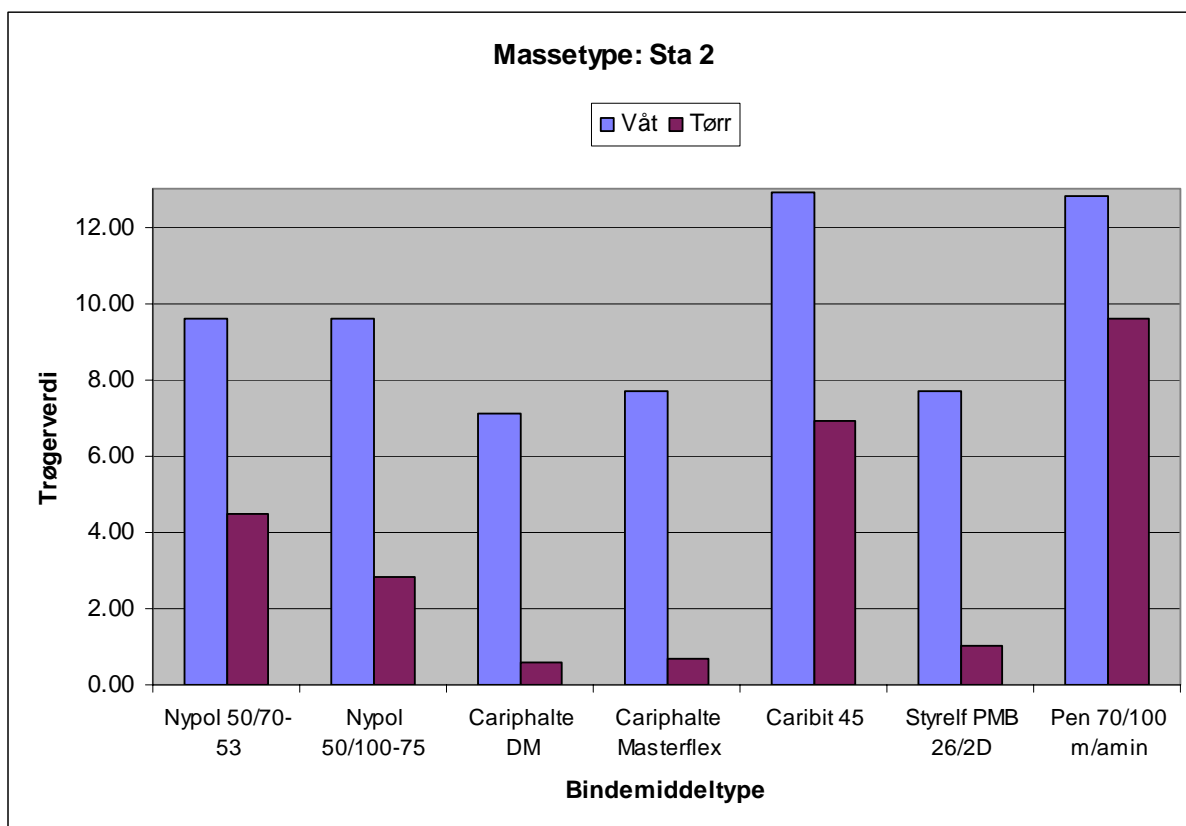
^{**)} Hulrom tørre prøver

^{***)} Hulrom våte prøver



Figur 5 Resultater etter testing i Trøger for alle prøver

I figur 6 er resultatene for de ulike bindemiddeltypene vist for massetypen Sta 2.

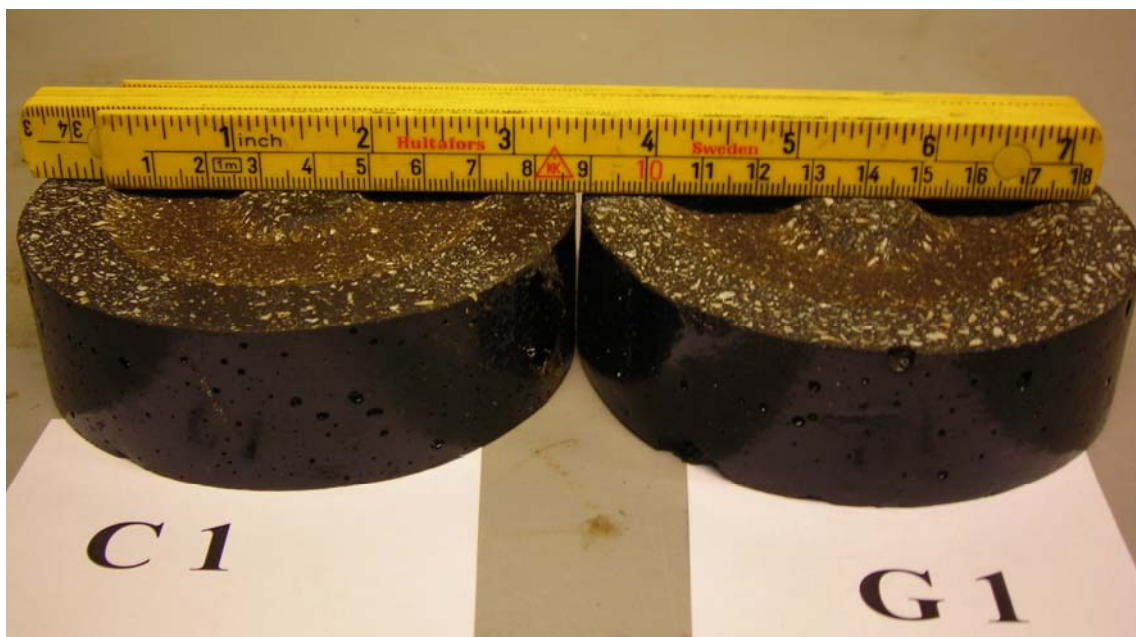


Figur 6 Resultater etter testing i Trøger for asfaltmasse Sta 2. Bindemiddelinnholdet er 12,5 % for alle prøver.

Som det framgår av figur 6 har bindemiddeltypen *Cariphalte DM* de beste slitasegenskaper, tett fulgt av *Cariphalte Masterflex* og *Styrelf PMB 26/2D*.

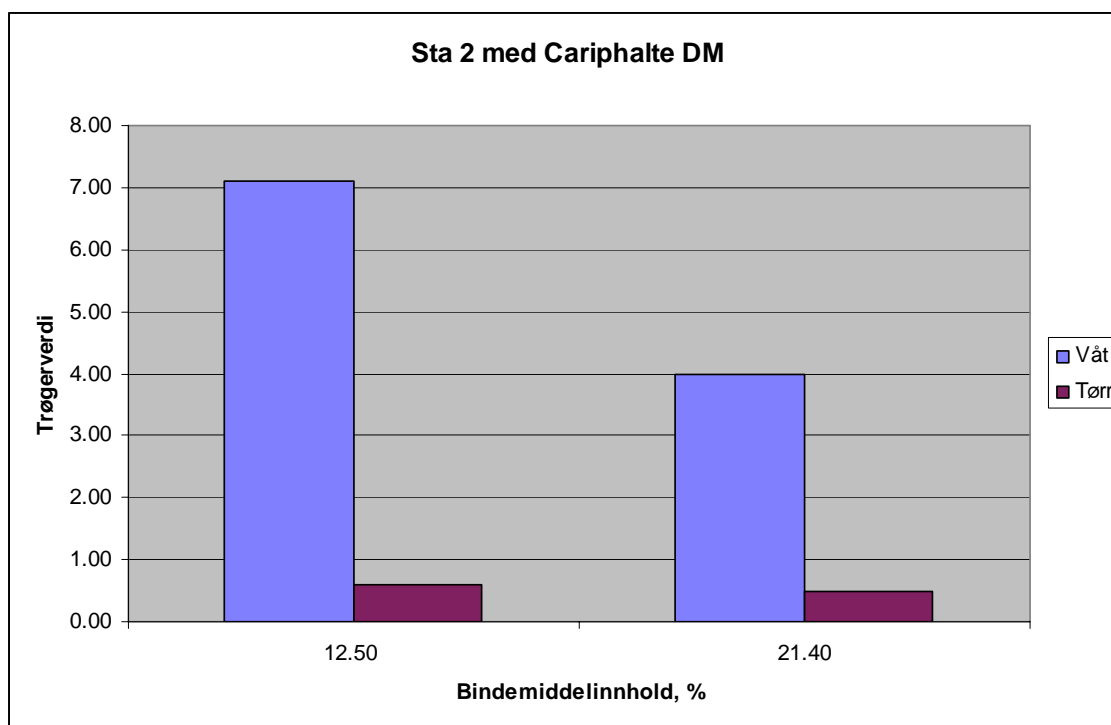
Samtlige polymermodifiserte bindemidler har vesentlig bedre slitasegenskaper enn referansebindemidlet *Pen 70/100* ved tørr testing. Ved våt testing har *Caribit 45* noe dårligere slitasegenskaper enn referansebindemiddelet.

Figur 7 viser et bilde som sammenligner en prøvekladd med det mest slitesterke bindemiddelet (*Cariphalte DM*) med en prøvekladd fra referansebindemiddelet.



Figur 7 Prøvekloss med Cariphalte DM (beste slitestyrke) sammenlignet med referansebindemidlet Pen 70/100 (etter våt testing)

Det er foretatt en enkel sammenligning for å se effekten av forskjellig bindemiddelinhold. Det er foretatt en sammenligning for massetypen Sta 2 med bindemiddelet Cariphalte DM med bindemiddelinhold 12,5 % og 21,4 %. Resultatene er vist i figur 8.



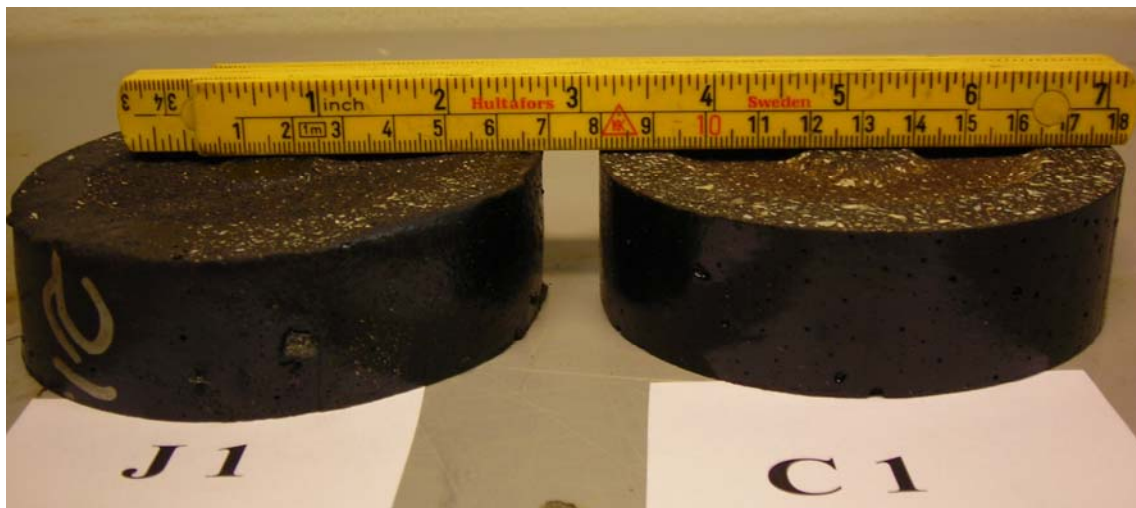
Figur 8 Trøggerverdier for Sta 2 med Cariphalte DM med bindemiddelinhold på 12,5 og 21,4 %

Som figur 8 viser gir et høyere bindemiddelinhold bedre slitasjeegenskaper. Det må her bemerkes at det er foretatt en begrenset undersøkelse med bare en bindemiddelttype og bare to varianter av bindemiddelinhold.

I figur 9 er det vist et bilde av prøve J (Sta 2 med Cariphalte DM) som har et bindemiddelinhold på 21,4 %, mens det i figur 10 er vist et bilde av både prøve C og J som har et bindemiddelinhold på hhv 12,5 og 21,4 %. Bildene er tatt etter våt-testing i Trøger.

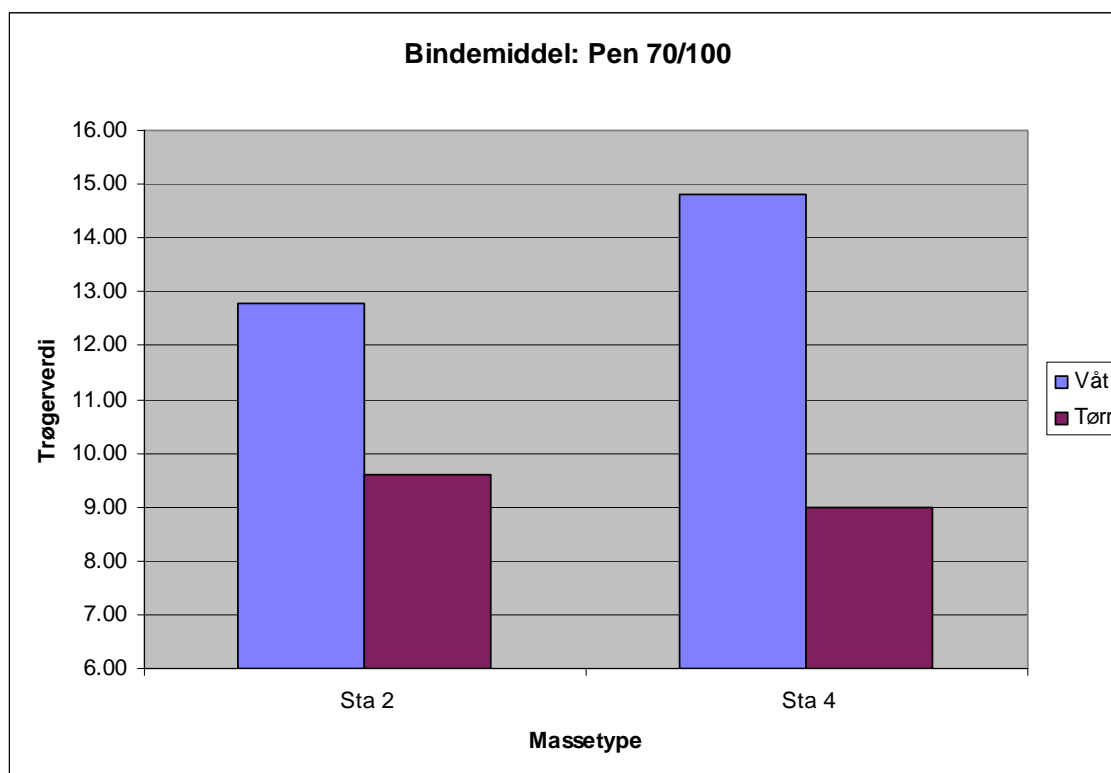


Figur 9 Sta 2 med Cariphalte DM med bindemiddelinhold på 21,4 % etter våt-testing i Trøger



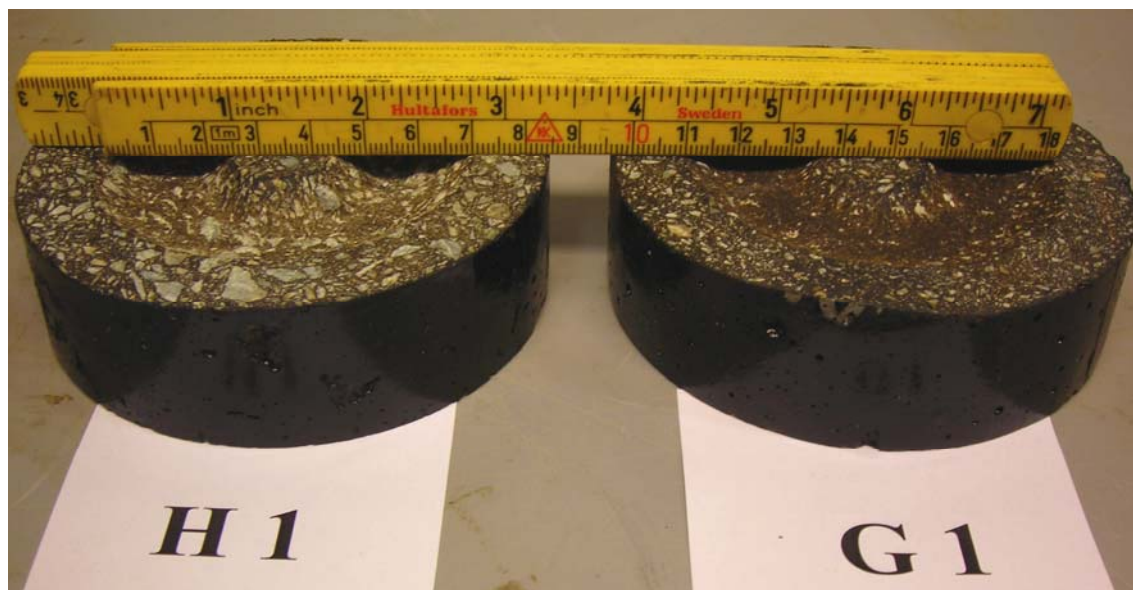
Figur 10 Sta 2 med Cariphalte DM med bindemiddelinnhold på henholdsvis 12,5 (C1) og 21,4 % (J1) etter våt-testing i Trøger

Det er også foretatt en enkel undersøkelse for å se på betydningen av maksimal steinstørrelse for slitasjeegenskapene. Tidligere undersøkelser har vist at større steinstørrelse gir bedre slitasjeegenskaper. Det foretatt en undersøkelse av en Sta 2 og Sta 4 med referanse bindemiddelet Pen 70/100. Resultatene er vist i figur 11.



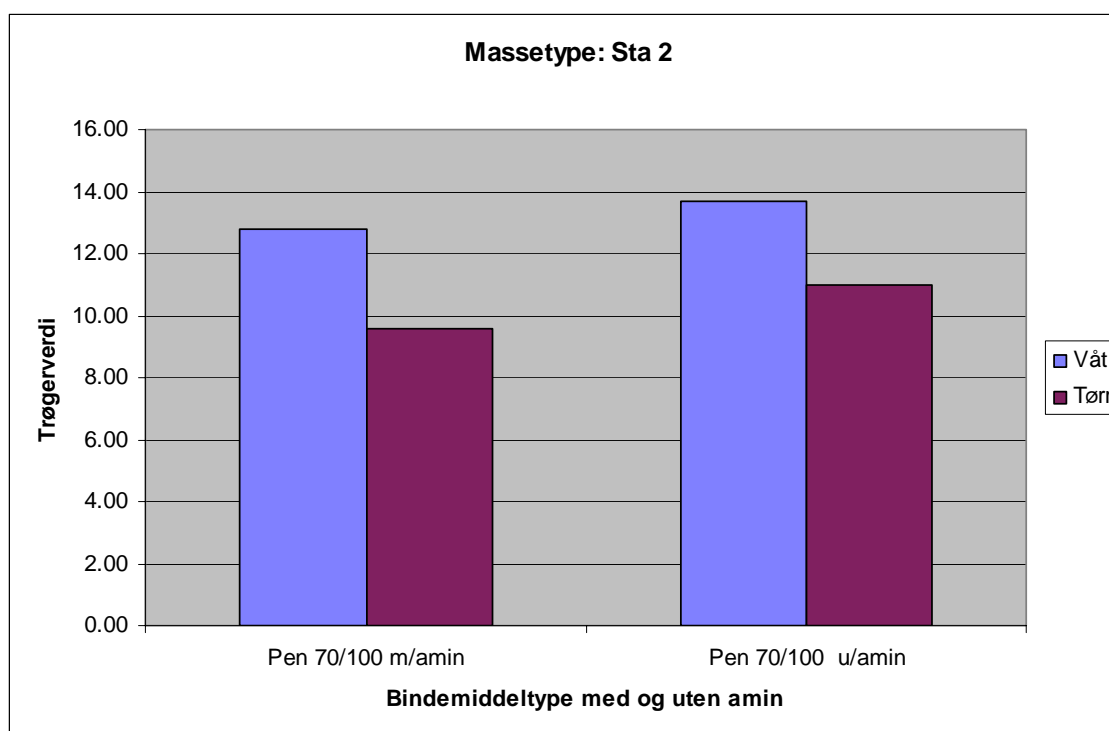
Figur 11 Trøgerverdier for Sta 2 og Sta 4 med referanse bindemiddelet Pen 70/100

Som vist i figur 11 gir Sta 4 en høyere Trøgerverdi enn Sta 2 ved våt-testing. En mulig forklaring kan være at bindemiddelinnholdet i Sta 4 er noe lavere enn i Sta2, 11% mot 12,5%. Ved tørr-testing er slitasjeegenskapene for Sta 4 noe bedre enn Sta 2, noe som er som forventet ut fra teorien om at asfaltdekker med større steinstørrelse gir bedre slitestyrke. I figur 12 er det vist et bilde av Sta 2 og Sta 4 etter våt-testing i Trøger.



Figur 12 Sta 4 (H1) og Sta 2 (G1) etter våt-testing i Trøger

Det er også foretatt en enkel undersøkelse av om amintilsetning har betydning for slitasjeegenskapene. I figur 13 er det vist Trøgerverdier for en Sta 2 (Pen 70/100) med og uten amin.



Figur 13 Trøgerverdier for Sta 2 med og uten amin. Bindemiddeltypen Pen 70/100

Figur 13 viser at det er liten forskjell i slitasjeegenskapene for en massetype med og uten amintilsetning. Prøven med amin har noe lavere Trøgerverdi, og dermed noe bedre slitasjeegenskaper enn prøven uten amin. Dette kan også skyldes at prøven med amintilsetning har et bindemiddelinhold på 12,5 % mens prøven uten amintilsetning har et bindemiddelinhold på 12 %.

6 Vurderinger

I denne innledende undersøkelsen har hovedmålsetningen vært å vurdere slitasjeegenskapene til forskjellige polymermodifiserte bindemidler. Egenskapene er vurdert ved å teste slitasjeegenskaper i Trøger på asfaltmasser med liten steinstørrelse og høyt bindemiddelinhold. Med bakgrunn fra analyser av en Sta 2 med bindemiddelinhold på 12,5 % viste resultatene en rangering som vist i tabell 9.

Tabell 9 Rangering av bindemidler etter testing av Sta 2 i Trøger

| Rangering | | Prøve nr | Bindemiddeltype | Trøgerverdi | |
|-----------|------|----------|------------------------|-------------|------|
| Våt | Tørr | | | Våt | Tørr |
| 1 | 1 | C | Cariphalte DM | 7,1 | 0,6 |
| 2 | 2 | D | Cariphalte Masterflex | 7,7 | 0,7 |
| | 3 | F | Styrelf PMB 26/2D | 7,7 | 1,0 |
| 4 | 5 | A | Nypol 50/70-53 | 9,6 | 4,5 |
| | 4 | B | Nypol 50/100-75 | 9,6 | 2,8 |
| 6 | 7 | G | Pen 70/100 (referanse) | 12,8 | 9,6 |
| 7 | 6 | E | Caribit 45 | 12,9 | 6,9 |

Sammenlignes rangeringen i tabell 9 med resultatene i tabell 3 så ser det ut som om at bindemidlene med stor elastisk tilbakegang også gir gode slitasjeegenskaper. Det er imidlertid vanskelig å trekke noen klare konklusjoner ut fra disse begrensede undersøkelsene.

Det er også utført enkle vurderinger for slitasjeegenskapene av følgende parametere:

- Effekt av maksimal steinstørrelse
- Effekt av variasjoner i bindemiddelmengde
- Effekt av amintilsetning.

Disse undersøkelsene omhandler testing og sammenligninger av en prøveserie av hver variant. Resultatene fra disse vil derfor bare kunne gi indikasjoner og må eventuelt verifiseres med mer omfattende undersøkelser. Resultatene indikerer at økende bindemiddelmengde gir bedre slitestyrke. Når det gjelder betydningen av maksimal steinstørrelse og amintilsetning så er det relativt små forskjeller i resultatene og det er vanskelig å se noen klare indikasjoner. Dette fordi det er andre forskjeller mellom prøveseriene som vil kunne påvirke resultatet, som f.eks bindemiddelinholdet.

I undersøkelsen er det også testet en referanse, Ab 11, som er en vanlig benyttet masstype. Tilslaget som er benyttet er Ottersbo som er et steinmateriale med gode mekaniske egenskaper. Trøgerverdien for Ab-massen er ikke overraskende bedre enn Sta-massene med umodifisert bindemiddel. Dette ut fra at tidligere undersøkelser har vist at dekketyper med større steiner gir bedre sliteegenskaper enn massetyper med mindre steinstørrelser. Slitestyren for Ab-massen er imidlertid relativt god, også sammenlignet med Sta-massene med polymermodifiserte bindemidler, noe som trolig kan forklares med tilslagets gode mekaniske egenskaper.

7 Videre arbeid

Undersøkelsene som er omtalt i denne undersøkelsen må betraktes som innledende undersøkelser på veien mot å utvikle tynndekker som er mer motstandsdyktig mot slitasje, og dermed generere mindre støv enn dagens vegdekker. I det videre arbeid vil det være viktig å vurdere andre egenskaper som for eksempel stabilitets- og friksjonsegenskapene, samt produksjonstekniske utfordringer.

8 Referanser

- [1] Rønnes, Einar, ”*Slitestyrke for polymermodifisert asfalt*”. Hovedoppgave ved Norges Tekniske Høgskole (NTH), Institutt for veg- og jernbanebygging, 1989.