

# **Intern rapport nr. 2169**

**Mølleverdier og dekkelitasje**

**1. Delrapport**

**Målinger og analyser**

Juli 2000

Vegteknisk avdeling

# Intern rapport nr. 2169

## Mølleverdier og dekkelitasje

### 1. Delrapport

### Målinger og analyser

#### Sammendrag

Møllemetoden er Norsk Standard for undersøkelse av asfalttilslagets motstandsevne mot piggdekkslitasje. Dette prosjektet gikk ut på å finne sammenheng mellom tilslagets mølleverdier og dekkelitasje. I Sverige er en slik sammenheng etablert, men klima og piggdekkbruk er noe forskjellig i Sverige og Norge. Det er også utført undersøkelser av tilslagets flisighetstall, sprøhetstall, abrasjonsverdier og Sa-verdier.

Asfaltplater med forskjellig tilslag ble plassert i vegbanene ved to lokaliteter i Buskerud og to lokaliteter i Hordaland. Slitasjen på dem ble målt hvert år i fire henholdsvis tre år. Tilslaget til asfalten ble undersøkt ved det daværende Veglaboratoriet - først og fremst mht. mølleverdi, men også andre parametere ble undersøkt.

Prosjektet omfattet to asfalttyper og fem bergarter, og bergartenes fysiske og mekaniske egenskaper var nokså like. Dermed ble det ikke tilstrekkelig spredning mellom analyseresultatene til statistiske beregninger.

Resultatene viste at det var dårlig korrelasjon mellom dekkelitasje og mølleverdier. Sprøhetstallet viste seg å gi best korrelasjon. Videre undersøkelser er nødvendige for å etablere grunnlag for best mulig måling av slitasjemotstand i steinmaterialer.

Emneord: *Mølleverdi, steinkvalitet, dekkelitasje, asfalt*

Kontor: *Geologi- og tunnelkontoret*

Saksbehandler: *Brit E. Løberg*

*/ BEL*

Dato: *Juli 2000*

# **Innhold**

|  | <b>Side</b> |
|--|-------------|
| <b>Formål</b>                                  | <b>3</b>    |
| <b>Forsøksopplegg</b>                          | <b>3</b>    |
| <b>Asfaltplater i vegbanen</b>                 | <b>3</b>    |
| <b>Resepter</b>                                | <b>4</b>    |
| <b>Analyser</b>                                | <b>7</b>    |
| <b>Målinger av asfaltplatene</b>               | <b>10</b>   |
| <b>Sammenstillinger</b>                        | <b>13</b>   |
| <b>Foreløpig konklusjon - og videre arbeid</b> | <b>15</b>   |
| <b>Takk</b>                                    | <b>16</b>   |
| <b>Litteratur</b>                              | <b>17</b>   |

## Mølleverdier og dekkesslitasje

### Formål

Formålet med prosjektet var å finne ut eventuell sammenheng mellom steinmaterialets mølleverdi og slitasje på dekker med tilslag av dette materialet.

### Forsøksopplegg

Prosjektet “Mølleverdier og dekkesslitasje” var tenkt startet allerede i 1993, men kom ikke i gang før 1994. Egentlig skulle 10-15 tilslag undersøkes i 3-4 forskjellige asfaltresepter. Ressursene tillot dessverre ikke dette, så det ble valgt 5 typer tilslag og to typer asfalt.

Kulemølle-metoden ble lansert i CEN-sammenheng for snart 10 år siden, og den er nå Norsk Standard. Den er akseptert som en enkel metode for bestemmelse av et tilslags motstandsevne mot piggdekksslitasje og er i alminnelig bruk. Slitasjen i kulemølle simulerer dekkesslitasje på dekker av Ab 16 (asfaltbetong med tilslag opptil 16 mm).

Asfaltmassene fikk vi gratis fra fire produsenter i og nær Oslo, og samme type tilslag som var anvendt i asfalten, fikk vi til egne undersøkelser av steinmaterialet. Bergartstypene var to typer hornfels, to typer basalt og en norsk porfyr. Massene ble støpt og valset etter egen metode hos VTI i Linköping. Det var sent på året, så de fleste asfaltverk produserte Ska 16 - en steinrik asfalt med steinstørrelse opptil 16 mm.

Det var forventet at mølleverdiene skulle antyde noe om forventet piggdekksslitasje, så prøver av tilslaget ble undersøkt med kulemølle. På laboratoriet ble også andre parametere undersøkt som densitet, flisighet, sprøhet, abrasjonsverdi og Sa-verdi, se Fig. 6.

### Asfaltplater i vegbanen

De valgte strekningene i Buskerud ble Rv 289 Husebysletta i Lier og E 134 ved Mjøndalen, og i Hordaland Rv 553 ved Fjøsanger og E 16 Fløyfjellstunnelen. Alle parseller er rette og flate, så svinger og bakker ikke influerer på trafikken. Forholdene ved de forskjellige parsellene er gitt i Fig. 1.

|                       | <b>Rv 289</b> | <b>E 134</b> | <b>Rv 553</b> | <b>E 16</b> |
|-----------------------|---------------|--------------|---------------|-------------|
| ÅDT i hvert kjørefelt | 3485          | 4400         | 10 000        | 10 100      |
| Lette kjøretøyer      | 92,2 %        | 87,7 %       | 93 %          | 93 %        |
| Tunge kjøretøyer      | 7,8 %         | 12,3 %       | 7 %           | 7 %         |
| VinterDøgn, VD        | 154           | 154          | 150           | 150         |
| Hastighet             | 70 km/t       | 80 km/t      | 80 km/t       | 80 km/t     |

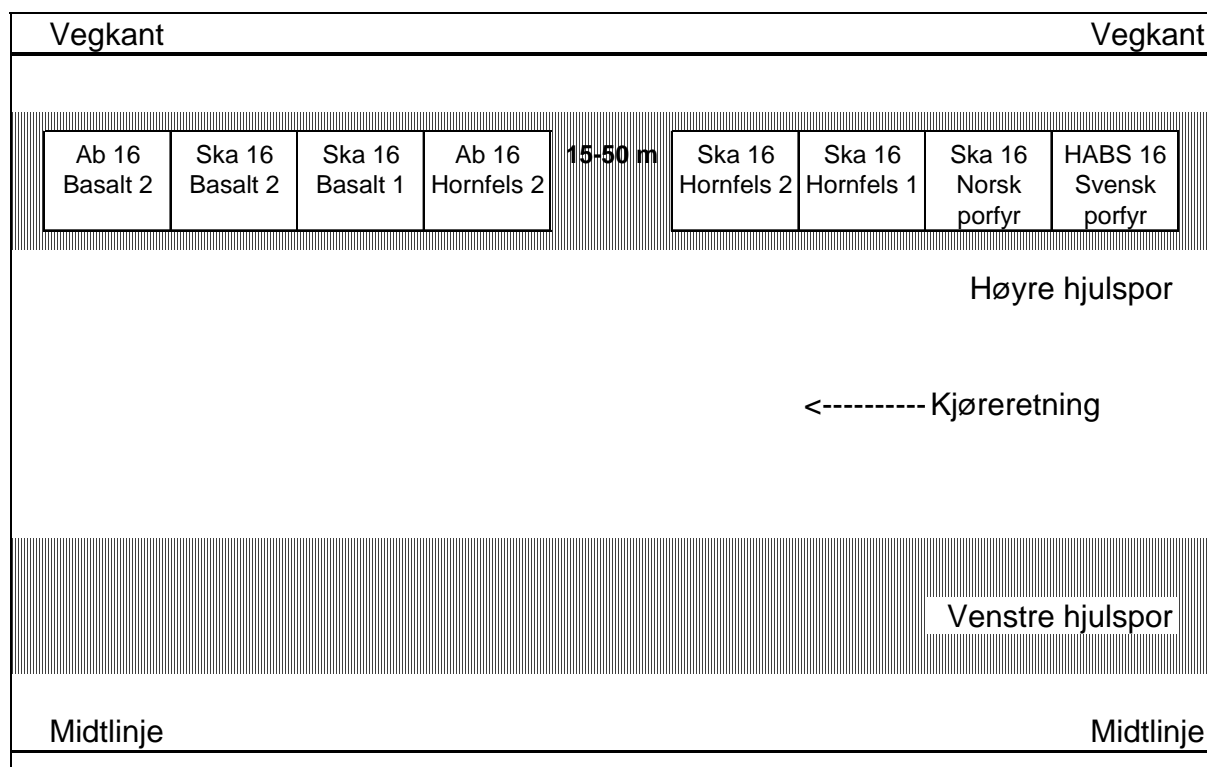
Figur1: Forhold ved de fire valgte parseller.

Det ble frest ut spor på høyre side i vegbanens høyre kjørefelt der nye hjulspor var forventet å dannes. Asfaltplatene var ca. 5 cm tykke, 50 cm brede og 75 cm lange, og de ble plassert i de freste sporene så overflaten fluktet med vegbanens overflate. Det ble plassert fire plater sammen med et opphold på noen meter til neste seksjon med plater. Målepunkter ble festet i vegbanen slik at det kunne måles seks profiler tvers over hver plate og tre profiler over hele vegbanen (uten plater). VTI har utviklet en egen metode for profilering med laser, og

nøyaktigheten er på 0,01 mm. Sammen med de syv norske asfaltplatene ble det plassert en svensk referanseplate, så det er forbindelse med de mer enn 600 målinger som er utført av VTI i Sverige.

De første åtte platene ble festet i vegbanene på Rv 289 og E 134 høsten 1994 og målt umiddelbart etterpå. De neste åtte platene ble festet i vegbanene på Rv 553 og E 16 høsten 1995 og målt umiddelbart etterpå. Siden ble alle platene målt hver vår (mai) når piggdekkssesongen var slutt og hver høst (oktober/november) før piggdekkssesongen begynte. Det var viktig å måle på disse tidene for å klargjøre piggdekkslitasjens innvirkning på dannelsen av hjulspor.

Den svenske platen er en HABS 16 (dvs. Ska 16) med granittisk porfyr og granitt fra Älvdal-en. Den ble av VTI antatt å være den mest slitesterke av platene, så den ble plassert foran de andre. De andre platene ble plassert etter en viss rangering, så den/de antatt svakere kommer sist. Alle fire lokalitetene har lik plassering av platene, se Fig. 2.



Figur 2: Asfaltplatenes plassering i vegbanen.

Høsten 1999 ble det boret ut kjerner på 20 cm i diameter av hver plate, og steinmaterialet ble ekstrahert eller brent fri fra asfaltmassen. Borkjernene ble analysert vinteren 2000, og alle resultatene blir presentert i dette prosjektets 2. Delrapport.

## Resepter

Sammen med asfaltmassene fikk vi resepter for hver blanding. Det måtte VTI ha for å lage plater med riktig komprimering. Oversikt over reseptene finnes i Fig. 3 og 5.

| Ska 16-resepter for plater                 | Bergart: Svensk porfyr |           | Bergart: Norsk porfyr |           | Bergart: Hornfels 1 |           | Bergart: Basalt 1 |           | Bergart: Hornfels 2 |           | Bergart: Basalt 2 |           |
|--|------------------------|-----------|-----------------------|-----------|---------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------|-----------|-------------------|-----------|
|  |                        | Toleranse |                       | Toleranse |                     | Toleranse |                   | Toleranse |                     | Toleranse |                   | Toleranse |
| Arbeidsreseptnr.                           |                        |           | 94320082              |           | 94222228231         |           | 94481             |           | 1901794             |           | 1901394           |           |
| Bindemiddel %                              | 6,3                    | 0,3       | 6,1                   | 0,3       | 5,7                 | 0,4       | 5,8               | 0,4       | 5,7                 | 0,4       | 5,7               | 0,4       |
| Hulrom %                                   | 2,6                    | 1,5       | 3,5                   | 1,5       | 3,5                 | 1,5       | 3,5               | 1,5       | 3,5                 | 1,5       | 3,5               | 1,5       |
| Forbruk kg/m <sup>2</sup>                  |                        |           |                       |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| Massetemp. v/prod.                         | 165 °C                 |           | 160                   | 15        | 150                 | 10        | 180               | 10        | 160                 |           | 160               |           |
| Dekkets dens., ρ <sub>d</sub>              | 2,388                  |           | 2,37                  |           | 2,45                | 2,45      | 2,52              |           | 2,52                |           | 2,53              |           |
| Bindemiddeltype                            | B 85                   |           | B 85                  |           | B 85                |           | B 60              |           | B 85                |           | B 85              |           |
| <b>Marshallverdier ved proporsjonering</b> |                        |           |                       |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| Stabilitet N                               |                        |           | 7107                  |           | 5500                |           | 10000             |           | 7937                |           | 8678              |           |
| Flyt mm                                    |                        |           | 2,9                   |           | 3                   |           | 4,8               |           | 2,9                 |           | 3,3               |           |
| Stab:Flyt N/mm                             |                        |           | 2451                  |           | 1833                |           | 2083              |           | 2737                |           | 2630              |           |
| Densitet ρ <sub>d</sub> g/cm <sup>3</sup>  | 2,325                  |           | 2,42                  |           | 2,57                |           | 2,55              |           | 2,55                |           | 2,57              |           |
| Hulrom %                                   | 2,6                    |           | 1,7                   |           | 2,1                 |           | 2,0               |           | 2,3                 |           | 2,5               |           |
| Basert på stamping                         |                        |           | 75                    |           | 57                  |           | 75                |           | 75                  |           | 75                |           |
| <b>Ab 16-resepter for plater</b>           |                        |           |                       |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
|  | Bergart: Hornfels 2    |           | Bergart: Basalt 2     |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
|  |                        | Toleranse |                       | Toleranse |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| Arbeidsreseptnr.                           | 1341394                |           | 1340394               |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| Bindemiddel %                              | 5,4                    | 0,4       | 5,4                   | 0,4       |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| Hulrom %                                   | 3,5                    | 1,5       | 3,5                   | 1,5       |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| Forbruk                                    |                        |           |                       |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| Massetemp. v/prod.                         | 160                    |           | 160                   |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| Dekkets dens., ρ <sub>d</sub>              | 2,51                   |           | 2,51                  |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| Bindemiddeltype                            | B 85                   |           | B 85                  |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| <b>Marshallverdier ved proporsjonering</b> |                        |           |                       |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| Stabilitet                                 | 8641                   |           | 13326                 |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| Flyt                                       | 3,5                    |           | 4,2                   |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| Stab:Flyt                                  | 2469                   |           | 3173                  |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| Densitet rd                                | 2,55                   |           | 2,55                  |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| Hulrom                                     | 1,9                    |           | 1,9                   |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |
| Basert på stamping                         | 75                     |           | 75                    |           |                     |           |                   |           |                     |           |                   |           |

Figur 3: Resepter for de masser det ble laget plater av.

Vegdekket som omga platene ble også målt, og vegkontorene skaffet både resepter og analyseresultater fra vegdekkene. Reseptene er gitt i Fig. 4 .

| Resepter for vegdekker                     | Rv 289     |               | E 134      |               | Rv 553        |              | E 16          |               |
|--|------------|---------------|------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
|  | Hornfels 1 | Toleranse     | Hornfels 2 | Toleranse     | Kvartsdioritt | Toleranse    | Kvartsdioritt | Toleranse     |
| Arbeidsreseptnr.                           | 9422222721 | <b>Ska 11</b> | 9423232726 | <b>Ska 11</b> | 9546461402    | <b>Ab 22</b> | 9545452822    | <b>Ska 16</b> |
| Bindemiddel                                | 5,9        | 0,4           | 5,9        | 0,4           | 5,3           | 0,6          | 5,8           | 0,4           |
| Hulrom                                     | 3,5        | 1,5           | 3,5        | 1,5           | 3,5           | 1,5          | 3,5           | 1,5           |
| Forbruk kg/m <sup>2</sup>                  |            |               |            |               |               |              |               |               |
| Massetemp. v/prod.                         | 150        | 10            | 150        | 10            | 160           | 15           | 160           | 15            |
| Dekkets dens., ρ <sub>d</sub>              | 2,44       | 2,44          | 2,44       | 2,44          |               |              |               |               |
| Bindemiddeltype                            | B 85       |               | B 85       |               | B 85          |              |               |               |
| <b>Marshallverdier ved proporsjonering</b> |            |               |            |               |               |              |               |               |
| Stabilitet N                               | 5820       |               | 5840       |               | 9000          |              | 7800          |               |
| Flyt mm                                    | 3,9        |               | 3,6        |               | 4             |              | 3,2           |               |
| Stab:Flyt N/mm                             | 1492       |               | 1622       |               | 2250          |              | 2438          |               |
| Densitet ρ <sub>d</sub> g/cm <sup>3</sup>  | 2,56       |               | 2,46       |               | 2,51          |              | 2,5           |               |
| Hulrom %                                   | 2,3        |               | 2,8        |               | 2             |              | 2             |               |
| Basert på stamping                         | 75         |               | 75         |               | 75            |              | 75            |               |

Figur 4: Resepter for vegdekker som omga asfaltplatene.

Samtidig fikk vi også oversikt over anvendt tilslag og tilslagets analyseverdier, se Fig. 5.

| <b>HABS 16</b> | <b>Tilslag</b> | <b>dens. <math>\rho_s</math></b> | <b>abr.verdi</b> | <b>Flis.tall</b> | <b>Sprøhet, <math>s_8</math></b> | <b>% andel</b> | <b>&gt; 8 mm</b> |
|----------------|----------------|----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|----------------|------------------|
| pukk 12-16     | Svensk porfyr  |                                  |                  |                  |                                  | 59,6           | 65,2             |
| pukk 8-12      | Svensk porfyr  |                                  |                  |                  |                                  | 5,6            |                  |
| pukk 4-8       | Svensk porfyr  |                                  |                  |                  |                                  | 8              |                  |
| mel 0-4 K      | Skärlunda      |                                  |                  |                  |                                  | 13,8           |                  |
| filler         | Skärlunda      |                                  |                  |                  |                                  | 5,9            |                  |
| filler         | Kalk           |                                  |                  |                  |                                  | 7,1            |                  |
| Cellulosefiber | Arbocell       |                                  |                  |                  |                                  | 0,23           |                  |
| <b>Ska 16</b>  | <b>Tilslag</b> | <b>dens. <math>\rho_s</math></b> | <b>abr.verdi</b> | <b>Flis.tall</b> | <b>Sprøhet, <math>s_8</math></b> | <b>% andel</b> | <b>&gt; 8 mm</b> |
| pukk 11-16     | Norsk porfyr   | 2,75                             | 0,37             | 1,23             |                                  | 40             | 58               |
| pukk 8-11      | Norsk porfyr   | 2,75                             |                  | 1,31             | 26                               | 18             |                  |
| pukk 4-8       | Norsk porfyr   | 2,75                             |                  |                  |                                  | 10             |                  |
| mel 0-4        | Norsk porfyr   | 2,75                             |                  |                  |                                  | 23,7           |                  |
| filler         | Franzefoss     | 2,75                             |                  |                  |                                  | 8              |                  |
| fiber          | Cellulose      | 0,50                             |                  |                  |                                  | 0,3            |                  |
| <b>Ska 16</b>  | <b>Tilslag</b> | <b>dens. <math>\rho_s</math></b> | <b>abr.verdi</b> | <b>Flis.tall</b> | <b>Sprøhet, <math>s_8</math></b> | <b>% andel</b> | <b>&gt; 8 mm</b> |
| pukk 11-16     | Hornfels 1     | 2,81                             |                  |                  |                                  | 45             | 66               |
| pukk 8-11      | Hornfels 1     | 2,81                             | 0,27             | 1,29             | 31                               | 21             |                  |
| pukk 4-8       | Hornfels 1     | 2,81                             |                  |                  |                                  | 9              |                  |
| mel 0-4        | Hornfels 1     | 2,81                             |                  |                  |                                  | 10             |                  |
| grus           | Lyngås         | 2,72                             |                  |                  |                                  | 5              |                  |
| filler         | Franzefoss     | 2,74                             |                  |                  |                                  | 10             |                  |
| Cellulosefiber | Ja             |                                  |                  |                  |                                  |                |                  |
| annen tilsetn. | 0,5 % Amin     |                                  |                  |                  |                                  |                |                  |
| <b>Ska 16</b>  | <b>Tilslag</b> | <b>dens. <math>\rho_s</math></b> | <b>abr.verdi</b> | <b>Flis.tall</b> | <b>Sprøhet, <math>s_8</math></b> | <b>% andel</b> | <b>&gt; 8 mm</b> |
| pukk 11-16     | Hornfels 2     | 2,90                             |                  |                  |                                  | 46             | 60               |
| pukk 8-11      | Hornfels 2     | 2,90                             | 0,32             | 1,40             | 23,3                             | 14             |                  |
| pukk 4-8       | Hornfels 2     | 2,90                             |                  |                  |                                  | 9              |                  |
| mel 0-4        | Basalt 2       | 2,92                             |                  |                  |                                  | 23             |                  |
| filler         | Franzefoss     | 2,74                             |                  |                  |                                  | 8              |                  |
| Cellulosefiber | 4%             |                                  |                  |                  |                                  |                |                  |
| <b>Ab 16</b>   | <b>Tilslag</b> | <b>dens. <math>\rho_s</math></b> | <b>abr.verdi</b> | <b>Flis.tall</b> | <b>Sprøhet, <math>s_8</math></b> | <b>% andel</b> | <b>&gt; 8 mm</b> |
| pukk 11-16     | Hornfels 2     | 2,90                             |                  |                  |                                  | 46             | 60               |
| pukk 8-11      | Hornfels 2     | 2,90                             | 0,32             | 1,40             | 23                               | 14             |                  |
| pukk 4-8       | Hornfels 2     | 2,90                             |                  |                  |                                  | 9              |                  |
| mel 0-4        | Basalt 2       | 2,92                             |                  |                  |                                  | 23             |                  |
| filler         | Franzefoss     | 2,74                             |                  |                  |                                  | 8              |                  |
| Cellulosefiber | 4 %            |                                  |                  |                  |                                  |                |                  |
| <b>Ska 16</b>  | <b>Tilslag</b> | <b>dens. <math>\rho_s</math></b> | <b>abr.verdi</b> | <b>Flis.tall</b> | <b>Sprøhet, <math>s_8</math></b> | <b>% andel</b> | <b>&gt; 8 mm</b> |
| pukk 11-16     | Basalt 1       | 2,9                              |                  |                  |                                  | 55             | 67               |
| pukk 8-11      | Basalt 1       | 2,9                              | 0,36             | 1,39             | 30                               | 12             |                  |
| mel 0-4        | Basalt 1       | 2,9                              |                  |                  |                                  | 27             |                  |
| filler         | Franzefoss     | 2,74                             |                  |                  |                                  | 6              |                  |
| Cellulosefiber | 0,25%          |                                  |                  |                  |                                  |                |                  |
| <b>Ska 16</b>  | <b>Tilslag</b> | <b>dens. <math>\rho_s</math></b> | <b>abr.verdi</b> | <b>Flis.tall</b> | <b>Sprøhet, <math>s_8</math></b> | <b>% andel</b> | <b>&gt; 8 mm</b> |
| pukk 11-16     | Basalt 2       | 2,92                             |                  |                  |                                  | 45             | 60               |
| pukk 8-11      | Basalt 2       | 2,92                             | 0,44             | 1,40             | 21                               | 15             |                  |
| pukk 4-8       | Basalt 2       | 2,92                             |                  |                  |                                  | 9              |                  |
| mel 0-4        | Basalt 2       | 2,92                             |                  |                  |                                  | 24             |                  |
| filler         | Franzefoss     | 2,74                             |                  |                  |                                  | 7              |                  |
| Cellulosefiber | 4%             |                                  |                  |                  |                                  |                |                  |
| <b>Ab 16</b>   | <b>Tilslag</b> | <b>dens. <math>\rho_s</math></b> | <b>abr.verdi</b> | <b>Flis.tall</b> | <b>Sprøhet, <math>s_8</math></b> | <b>% andel</b> | <b>&gt; 8 mm</b> |
| pukk 11-16     | Basalt 2       | 2,92                             |                  |                  |                                  | 25             | 42               |
| pukk 8-11      | Basalt 2       | 2,92                             | 0,44             | 1,40             | 21                               | 17             |                  |
| pukk 4-8       | Basalt 2       | 2,92                             |                  |                  |                                  | 13             |                  |
| mel 0-4        | Basalt 2       | 2,92                             |                  |                  |                                  | 19             |                  |
| grus 0-8       | Myrvang        | 2,66                             |                  |                  |                                  | 19             |                  |
| filler         | Franzefoss     | 2,74                             |                  |                  |                                  | 0-0,5          |                  |
| Cellulosefiber | 4 %            |                                  |                  |                  |                                  |                |                  |

Figur 5: Oversikt over asfaltplatenes tilslag i henhold til reseptene.

## Analyser

Tilslag anvendt i asfaltmassene ble analysert mht. mekaniske egenskaper, se Fig. 6.

| Lab.pr.-nr. | Bergartstyper            | Den-sitet | Flisig-hetstall | s <sub>8</sub> | s <sub>2</sub> | Abr. | Sa-verdi | Mølle-verdi |
|-------------|--------------------------|-----------|-----------------|----------------|----------------|------|----------|-------------|
| A 447.94    | Basalt 2, 8-11 mm        | 2,89      | 1,33            | 24             | 4,0            |      | 2,6      |             |
| A 448.94    | Basalt 2, 11-16 mm       |           |                 |                |                | 0,53 |          | 8,2         |
| A 449.94    | Basalt 1, 8-11 mm        |           | 1,45            | 35             | 5,7            |      |          |             |
| A 450.94    | Basalt 1, 11-16 mm       | 2,84      |                 |                |                | 0,48 | 2,8      | 6,9         |
| A 451.94    | Norsk porfyr, 8-11 mm    |           | 1,30            | 30             | 6,6            |      |          |             |
| A 452.94    | Norsk porfyr, 11-16 mm   | 2,67      |                 |                |                | 0,48 | 2,6      | 6,0         |
| A 453.94    | Hornfels 1, 8-11 mm      |           | 1,39            | 36             | 5,8            |      |          |             |
| A 454.94    | Hornfels 1, 11-16 mm     | 2,81      |                 |                |                | 0,32 | 1,9      | 5,5         |
| A 455.94    | Hornfels 2, 8-11 mm      |           | 1,32            | 23             | 3,9            |      |          |             |
| A 456.94    | Hornfels 2, 11-16 mm     | 2,92      |                 |                |                | 0,30 | 1,4      | 6,0         |
| S 021.96    | Granittporfyr og granitt | 2,66      | 1,41            | 35             | 6,2            | 0,30 | 1,7      | 5,5         |

Figur 6: Asfalttilslagenes analyseverdier funnet ved undersøkelse ved Veglaboratoriet.

Verdiene s<sub>8</sub> og s<sub>2</sub> står for sprøhetstallene for prosent gjennomgang på henholdsvis 8 mm- og 2 mm-sikt, og Abr. er abrasjonsverdiene. Som det fremgår av Fig. 6, ligger analyseverdiene så nær hverandre at det gir dårlig grunnlag for korrelasjon.

Det er noe forskjell på analyseverdier oppgitt av leverandørene og de som ble funnet ved Veglaboratoriet. De vil aldri bli like fordi alle steinmaterialer er inhomogene, men ulike verdier kan også skyldes forskjellig analyseutstyr og bruk av det.

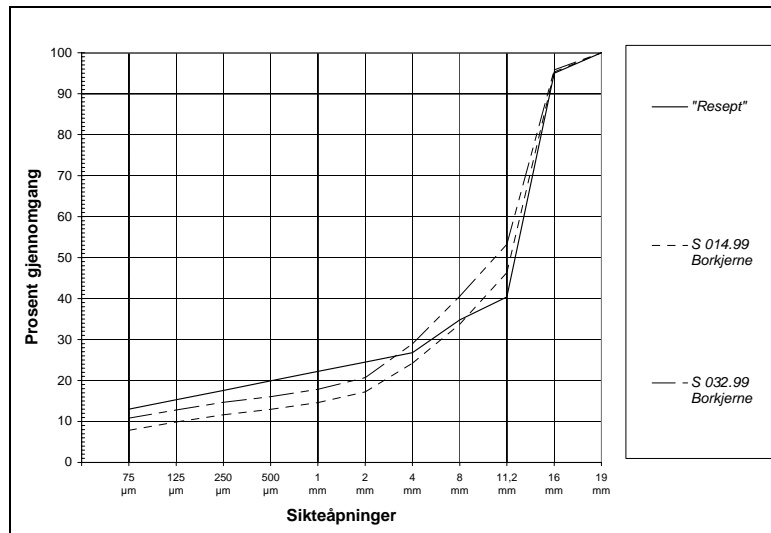
Det ble mange spann med asfalt, og de fleste ble fraktet direkte til VTI, men noen spann ble bragt til Veglaboratoriet hvor massene ble undersøkt. For de undersøkte masser later det til å være god overensstemmelse mellom asfaltreseptene og analyseverdiene.

Sikterresultater for ekstrahert eller brent materiale fra borkjernene er satt inn i diagrammer med siktekurver fra resepter og fra ekstrahert tilslag fra asfaltmasser. I og med at noe tilslag ble kuttet under uttak av borkjerner, og at dekkeoverflaten er slitt, vil ikke disse kurvene være identiske, se Fig 7-14.

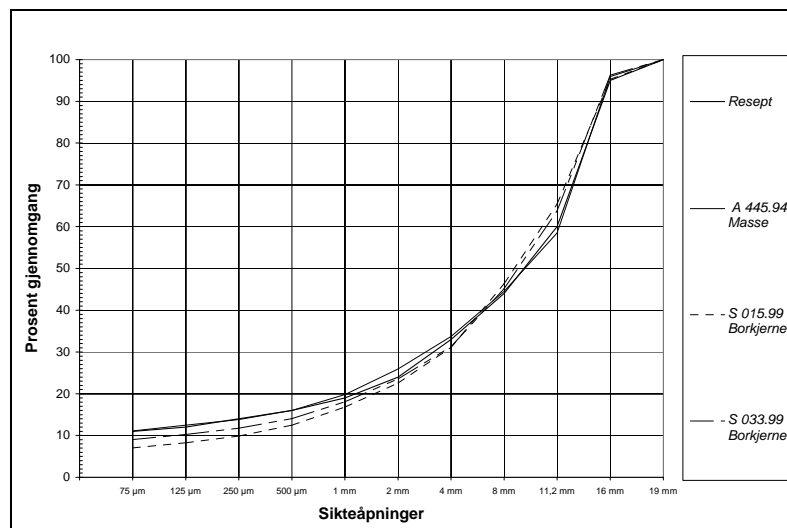
Hvor intet annet er nevnt i figurteksten, er tilslaget ekstrahert fra borkjernene med Strassen-testmetoden, men for fire prøver ble forbrenningsovn anvendt. Begge metoder later til å være pålitelige.

At siktekurve for ekstrahert (brent) materiale fra borkjerner ligger høyere i diagrammet enn den for resept og den for materiale ekstrahert fra masse, kan skyldes at store steinkorn ble kuttet da borkjernen ble tatt ut. Når siktekurve for ekstrahert (brent) materiale fra borkjerner ligger lavere i diagrammet enn de for resept og fra masse, kan det forklares med variasjon i asfalten i forskjellige spann som ble levert.

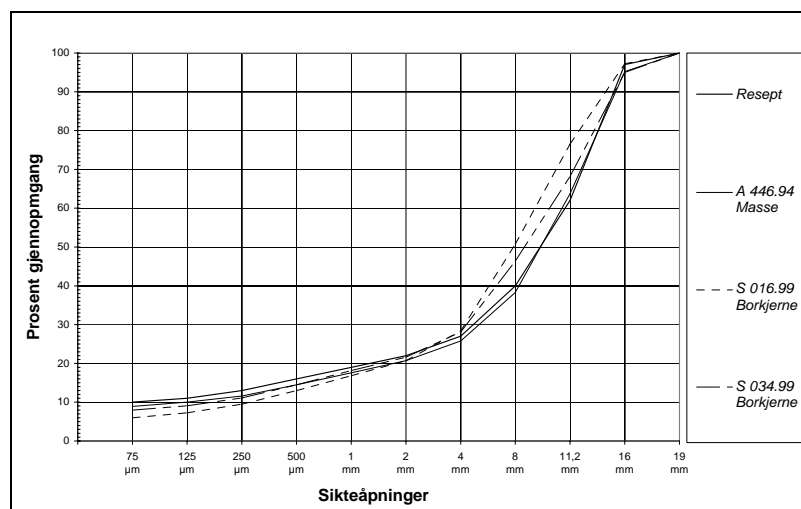




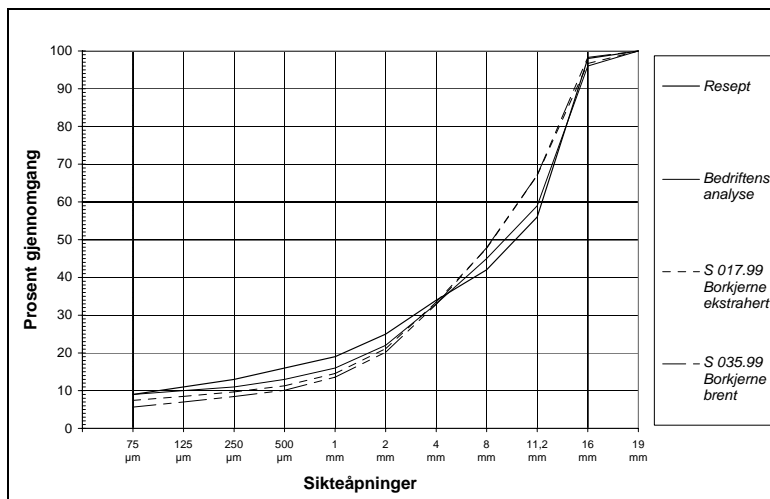
Figur 7: Tilslagskurver for HABS 16 med Svensk porfyr. S 014.99 er borkjerne fra Rv 553, og S032.99 er borkjerne fra Rv 289.



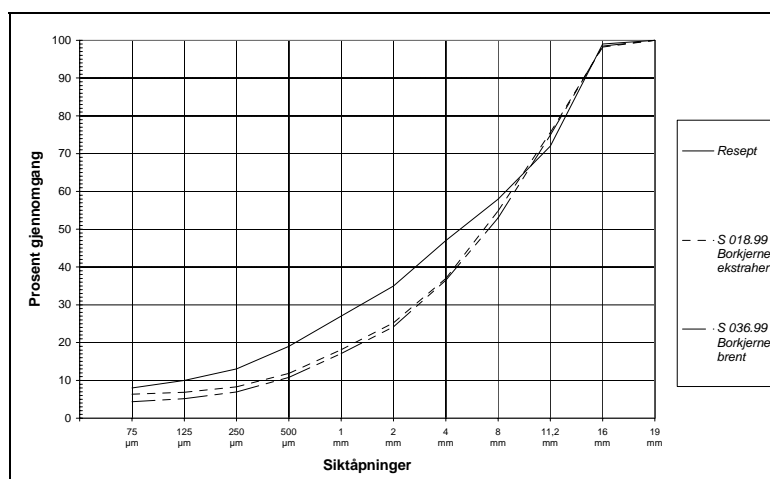
Figur 8: Tilslagskurver for Ska 16 med Norsk porfyr. A 445.94 er av massen i 1994, og S 015.99 er fra borkjerne fra Rv 553, og S 033.99 er fra borkjerne fra Rv 289.



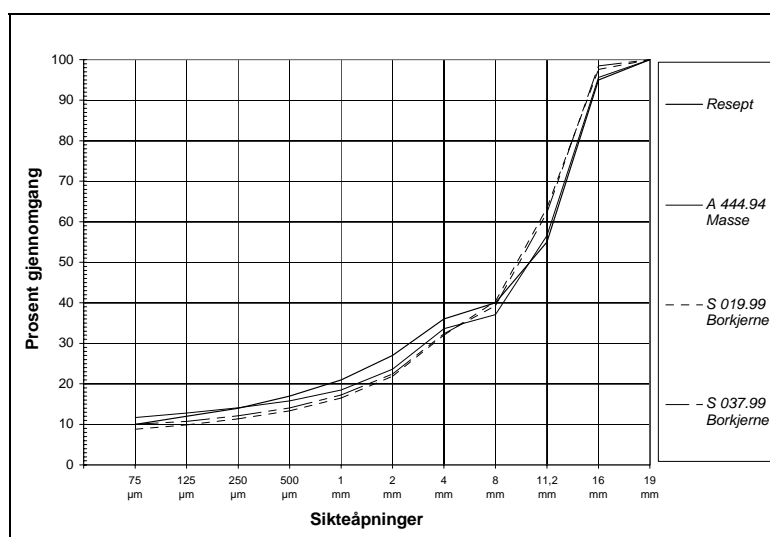
Figur 9: Tilslagskurver for Ska 16 med Hornfels 1. A 446.94 er av massen i 1994, og S 016.99 er fra borkjerne fra Rv 553 og S 034.99 er fra borkjerne fra Rv 289.



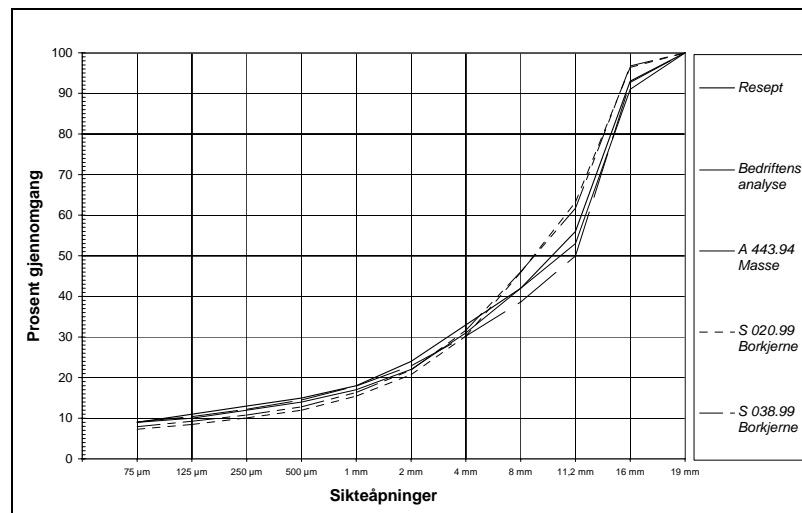
Figur 10: Tilslagskurver fra Ska 16 med Hornfels 2. S 017.99 er fra borkjerne fra Rv 553, og S 035.99 er fra borkjerne fra Rv 289.



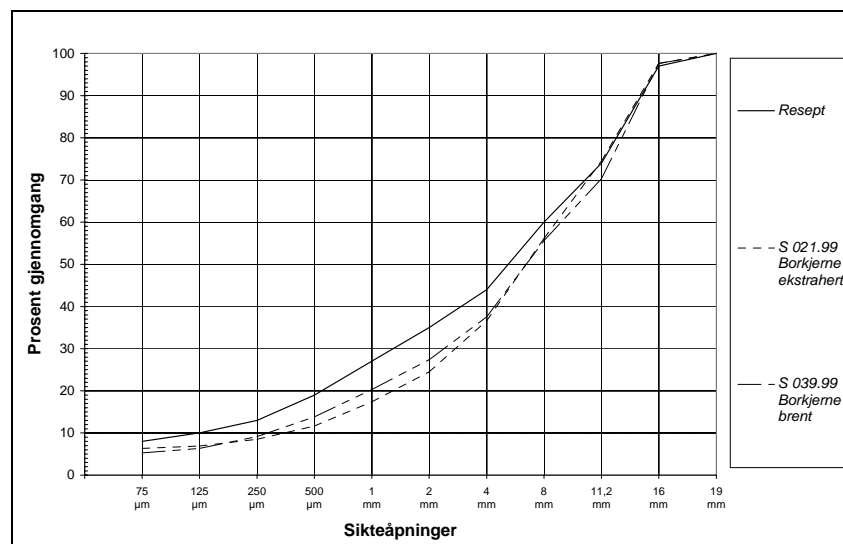
Figur 11: Tilslagskurver fra Ab 16 med Hornfels 2. S 018.99 er av borkjerne fra Rv 553, og S 036 er av borkjerne fra Rv 289.



Figur 12: Tilslagskurver fra Ska 16 med Basalt 1. S 019.99 er av borkjerne fra Rv 553, og S 037.99 er av borkjerne fra Rv 289.



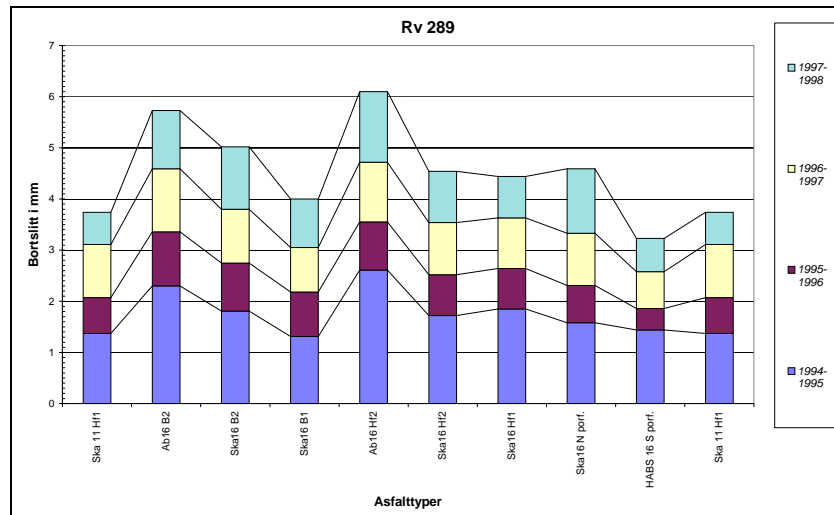
Figur 13: Tilslagskurver fra Ska 16 med Basalt 2. A 443.94 er av massen i 1994, S 020.99 er av borkjerne fra Rv 553, og S 038.99 er av borkjerne fra Rv 289.



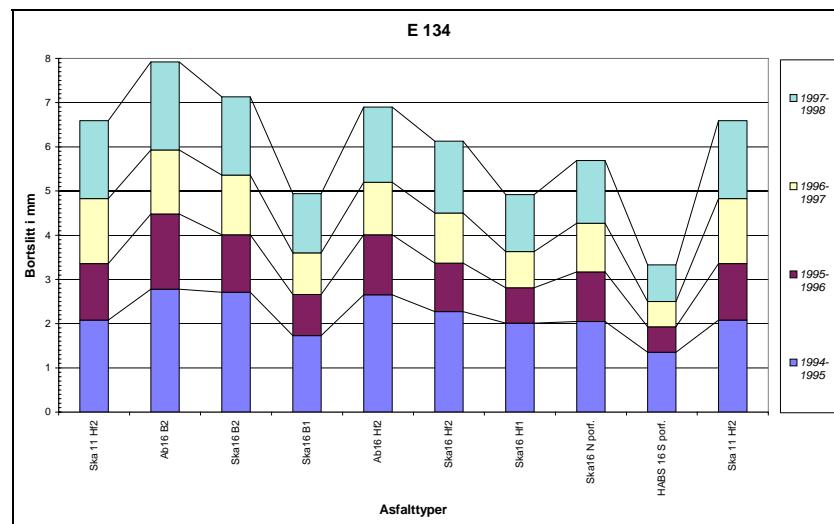
Figur 14: Tilslagskurver fra Ab 16 med Basalt 2. S 021.99 er av borkjerne fra Rv 553, og S 039.99 er av borkjerne fra Rv 289.

## Målinger av asfaltplatene

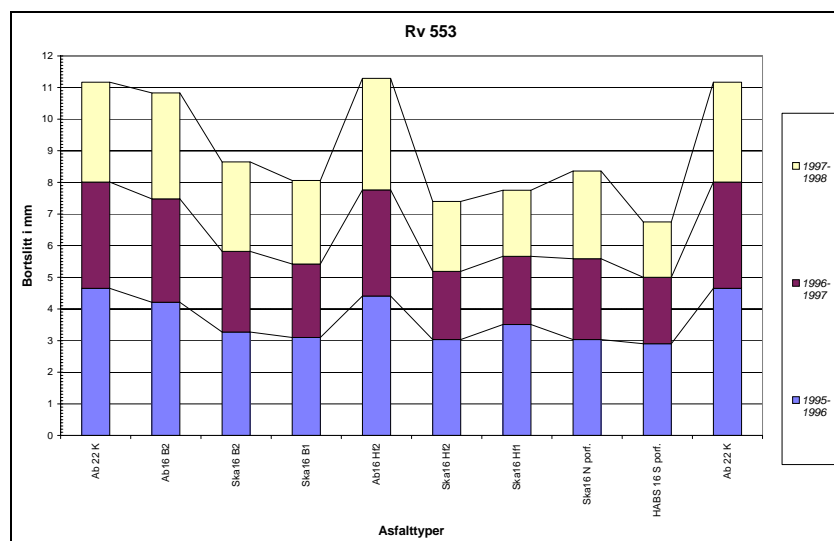
Måling av platene ble kalibrert mot måling av vegbanen utenom platene. Første vinters slitasje fjernet mer av asfaltdekket enn senere vintere. Dette er vanlig. Fig. 15 - 19 viser histogrammer med måleresultater.



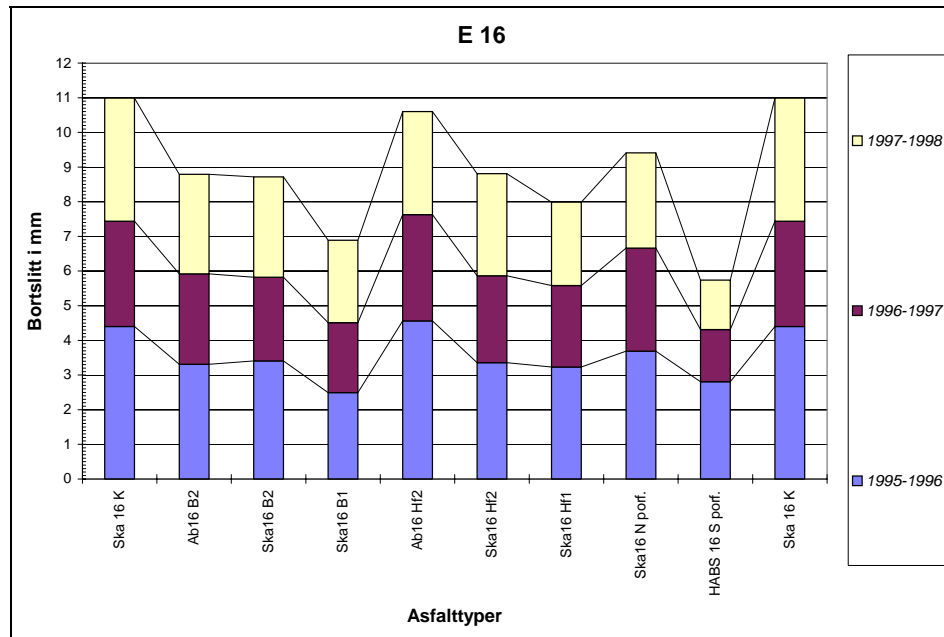
Figur 15: Bortslitt i mm fra asfaltplater og vegbane på Rv 289 i tiden 1994 - 1998. Første og siste stolpe viser vegbanen som her er en Ska 11 med Hornfels 1.



Figur 16: Bortslitt i mm fra asfaltplater og vegbane på E 134 i tiden 1994 - 1998. Første og siste stolpe viser vegbanen som her er en Ska 11 med Hornfels 2.

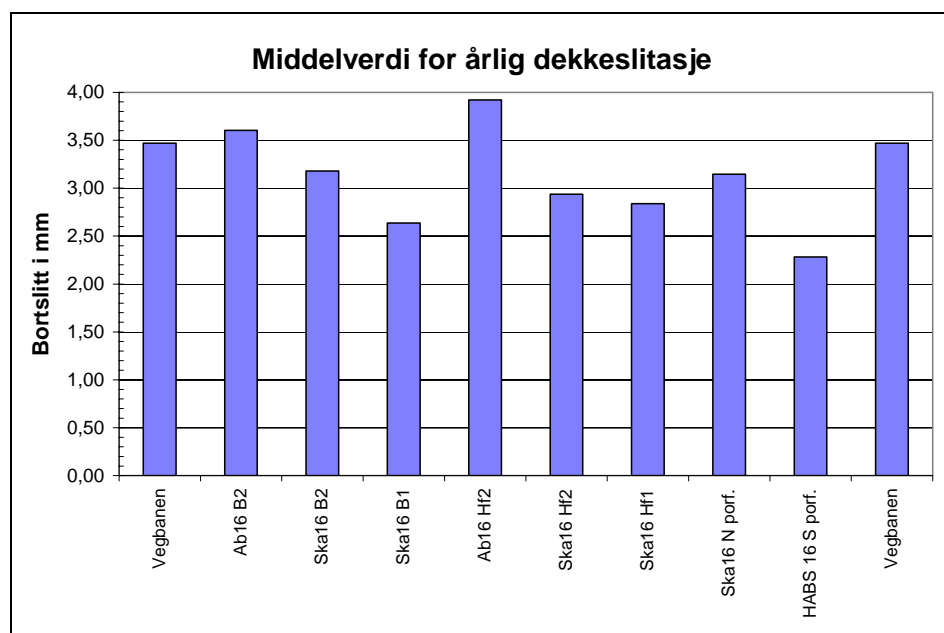


Figur 17: Bortslitt i mm fra asfaltplater og vegbane på Rv 553 i tiden 1995 - 1998. Første og siste stolpe viser vegbanen som her er en Ab 22 med kvartsdioritt.



Figur 18: Bortslitt i mm fra asfaltplater og vegbane på E 16 i tiden 1995 - 1998. Første og siste stolpe viser vegbanen som her er en Ska 16 med kvartsdioritt.

For enkelhets skyld er middelerdi for bortslitt materiale satt i diagram, se Fig. 19. Her er det sett bort fra ÅDT, og alle parseller veier likt i utregningen.



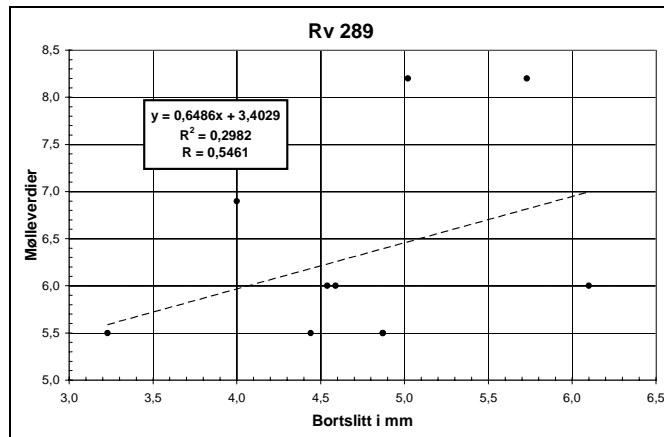
Figur 19: Middelerdi for årlig dekklesitasje på asfaltplater og vegbane i tiden 1994 - 1998. Første og siste stolpe er middelerdi for fire vegbane.

Det fremgår i figurene 15 - 19 at den svenske referanseplaten har best motstandsevne mot piggdekkslitasje, og at Ab 16 med Hornfels 2 er svakest. Hornfels 2 undersøkt på Veglaboratoriet hadde mølleverdi 5,5 og Sa-verdi 1,7 (se Fig. 6), så synes det urimelig at en Ab 16 med det tilslaget blir så raskt nedslitt. Dette kan trolig tilskrives asfaltblandingen. Til gjengjeld later det til at platen med Ska 16 med Hornfels 2 er mer slitesterk.

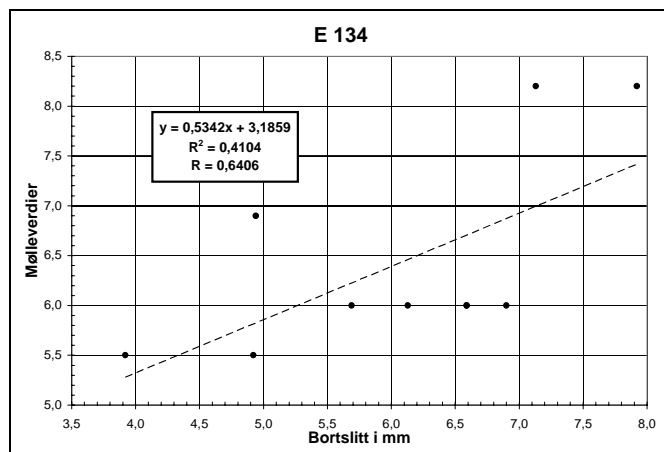
Kan det skyldes at metoden ikke er god nok ? Kan trafikken vingle slik at det ikke er lik trafikk på alle platene ?

## Sammenstillinger

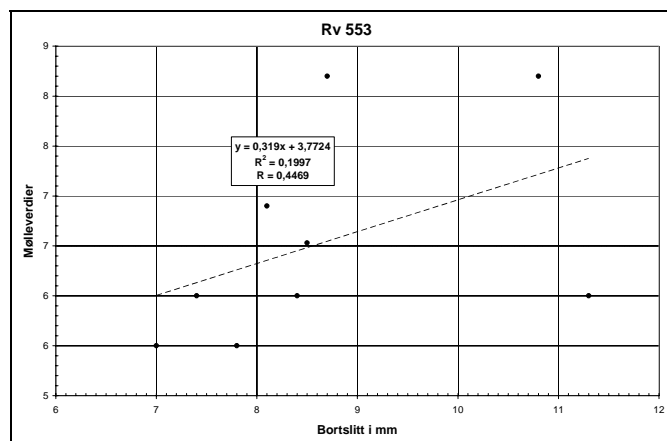
De forskjellige parametre ble sammenholdt for å finne om det er korrelasjon mellom målte mølleverdier og målt dekklesitasje. Det er åtte asfaltplater og vegbanen som gir grunnlag for denne sammenstillingen, og dette materialet nok for lite. Men i Fig. 20 - 23 er dette prøvd illustrert.



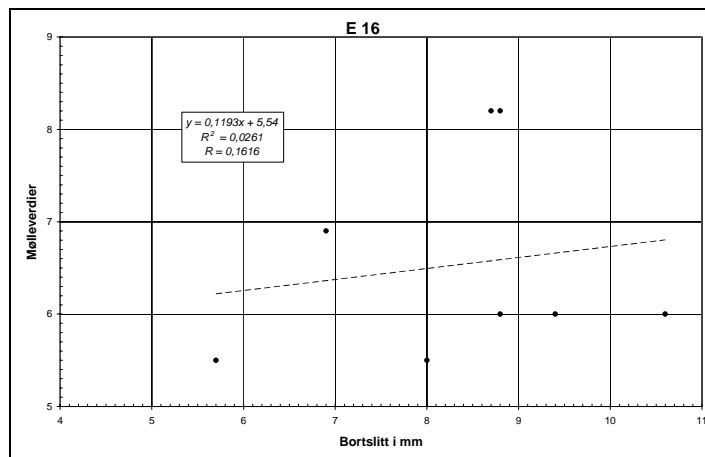
Figur 20: Korrelasjon mellom mølleverdi og dekklesitasje på Rv 289.



Figur 21: Korrelasjon mellom mølleverdi og dekklesitasje på E 134.

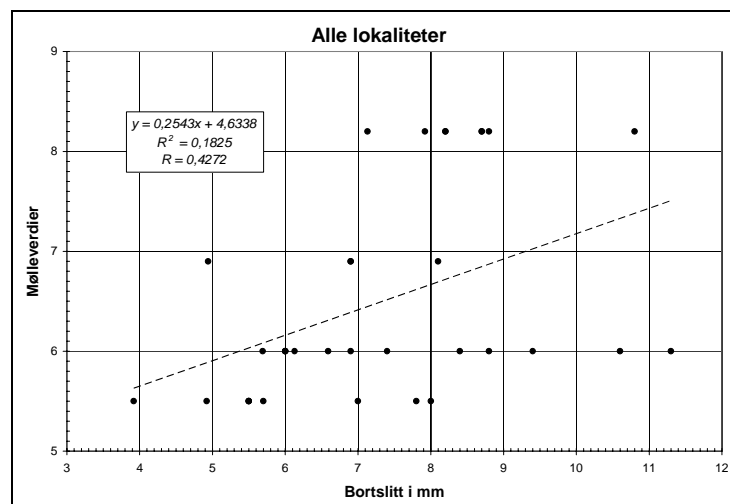


Figur 22: Korrelasjon mellom mølleverdi og dekklesitasje på Rv 553.



Figur 23: Korrelasjon mellom mølleverdi og dekkesslitasje på E 16.

Ut fra figurene 20 - 23 sees ingen god korrelasjon mellom mølleverdi og dekkesslitasje. Et forsøk på å samle alle data i ett diagram (Fig. 24) overbeviser ikke om at mølleverdiene korrelerer med dekkesslitasjen.



Figur 24: Samtlige målinger av dekkesslitasje satt opp mot mølleverdier for anvendt tilslag.

Andre parametere er også forsøkt satt opp mot dekkesslitasjen på tilsvarende måte. Tabellen i Fig. 25 angir korrelasjonene.

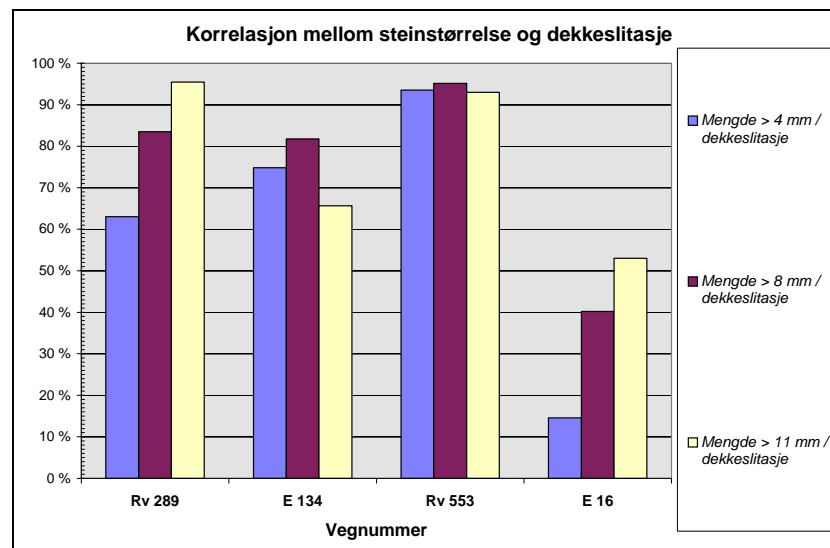
| Korrelasjoner R                       |        |       |        |      |
|---------------------------------------|--------|-------|--------|------|
|                                       | Rv 289 | E 134 | Rv 553 | E 16 |
| Densitet / dekkesslitasje             | 0,63   | 0,67  | 0,43   | 0,34 |
| Flisighetstall / dekkesslitasje       | 0,70   | 0,71  | 0,24   | 0,51 |
| Sprøhetstallet $s_8$ / dekkesslitasje | 0,82   | 0,83  | 0,64   | 0,76 |
| Sprøhetstallet $s_2$ / dekkesslitasje | 0,75   | 0,81  | 0,57   | 0,49 |
| Abrasjonsverdi / dekkesslitasje       | 0,34   | 0,39  | 0,16   | 0,04 |
| Sa-verdi / dekkesslitasje             | 0,06   | 0,13  | 0,06   | 0,27 |
| Mølleverdi / dekkesslitasje           | 0,55   | 0,64  | 0,40   | 0,09 |
| Mengde > 4 mm / dekkesslitasje        | 0,63   | 0,75  | 0,94   | 0,15 |
| Mengde > 8 mm / dekkesslitasje        | 0,84   | 0,82  | 0,95   | 0,40 |
| Mengde > 11 mm / dekkesslitasje       | 0,95   | 0,66  | 0,93   | 0,53 |

Figur 25: Korrelasjon mellom ulike tilslagsparametere og dekkesslitasje målt i mm.

Det fremgår av Fig. 25 at mølleverdien ikke korrelerer særlig med dekkesslitasjen i dette til-

fellet. I Sverige korrelerer mølleverdien og dekkleslitasjen på skjelettasfalter med “Kulkvarn vägen:  $r = 0,93-0,94$ ”. Tungtrafikken i Sverige kjører uten pigger, og de fleste personbiler kjører piggfritt, så trafikkbildet er noe annet enn i Norge. Men materialet i vårt prosjekt var ikke representativt nok, og et bredere spekter av steinkvaliteter bør undersøkes.

Ut fra reseptene ble det beregnet hvor stor andel av tilslaget som var større enn 4 mm, 8 mm og 11,2 mm - og hvordan dette korrelerte med dekkleslitasjen, se figurene 25 og 26.



Figur 26: Korrelasjon mellom reseptenes korngradering og dekkleslitasje.

VTIs dataprogram beregner dekkers levetid ut fra parametrene mølleverdi, ÅDT, andel stein-korn over en gitt størrelse, prosent biler med piggdekk, antall vinterdager, vegbredde, trafik-kens hastighet og eventuell salting.

Dette programmet ble prøvd anvendt i dette prosjektet. Programmet regner med andre vegbredder og andre hastigheter enn i Norge, og det tok ikke hensyn til at noe av tungtrafikken har piggdekk. Stipulert levealder ble for høy etter VTIs dataprogram.

## Foreløpig konklusjon - og videre arbeid

I dette prosjektet ble det anvendt to asfalttyper og fem tilslagstyper. Materialet er for lite til statistisk behandling, og det er uråd å trekke sikre konklusjoner. Ved mindre piggdekkbruk i Norge vil møllemetoden trolig korrelere bedre med dekkleslitasjen enn dette prosjektet viser. Dette prosjektet antyder at det er meget lav korrelasjon mellom mølleverdier og dekkleslitasje. Et større spekter av steinkvaliteter og dekketyper vil belyse dette bedre.

Intet steinmateriale er helt homogent, så det *kan* være forskjeller i en asfaltmasse eller et vegdekke. Det kan være mange årsaker til at dekkleslitasjen ble annerledes enn forventet, som:

- \* Ugunstig kornform
- \* Steinmateriale og bindemiddel passer ikke sammen
- \* Feil temperatur under produksjon
- \* Feil temperatur ved utlegging og komprimering
- \* Stort hulrominnhold



\* Feil tilslag

\* Annet

*Ugunstig kornform* lar seg måle. Ved å sammenlikne flisighetstallene for reseptene med flisighetstall fra leverte masser (se figurene 5 og 6), stemmer de ganske godt over ens - med to unntak: Hornfels 1 har  $f = 1,29$  i resepten, men hadde  $f = 1,39$  i massen, og Hornfels 2 hadde  $f = 1,40$  i resepten og  $f = 1,32$  i levert masse.

Flisighetsundersøkelse er vanskeliggjort ved at det er for lite materiale i riktig fraksjon. Men videre undersøkelse av kornform *kan* utføres med billedanalyse av fotografert overflate av hver plate og/eller fotograferte borkjerner (ovenfra og fra siden). Eventuelt kan materialet undersøkes for Flakindeks.

*Steinmateriale og bindemiddel* er tilpasset ved bruk av amin.

*Feil temperatur under produksjon* kan trolig påvises i ettertid hvis bindemiddelet er sterkt endret. Bindemiddelet kan undersøkes i de tilfelle der prøvene er ekstrahert. Det vil bli gjort.

*Feil temperatur ved utlegging og komprimering* betyr som regel for lav temperatur. Det kan nok tenkes for ett av vegdekkene, men neppe for asfaltplatene som ble laget under kontrollerte forhold.

*Stort hulrominnhold* kan kontrolleres, og det er utført. Analysene indikerer at det var omtrent samme hulrom i asfaltplatene (og vegdekkene) som angitt i reseptene.

*Feil tilslag* var også en antakelse, men etter å ha undersøkt ekstrahert og brent materiale, er det klart at det er brukt de tilslag som er angitt i reseptene. Det er variasjoner i alle bergarter, så en undersøkelse av tynnslip kan beskrive eventuelle svake mineraler i tilslaget.

*Annet* kan være:

\* For lite materiale anvendt i undersøkelsen

\* Metodebegrensning

Delrapport 2 vil ta for seg flere av disse parametere.

## Takk

Ideen til asfaltplater i vegbanen kom fra VTI. Det er en billig metode for undersøkelse av asfaltdekker sammenliknet med å legge forsøksstrekninger. Roar Nålsund i Steinmaterialkomiteen tok initiativ til å anvende metoden for norske forhold.

Høsten 1994 ble prosjektet påbegynt. Asfaltmasser og tilslag ble hentet hos produsentene og bragt til VTI. Prosjektet ble diskutert der med Peet Höbeda, Torbjörn Jacobson og Leif Viman, og platene ble laget der etter VTIs metode.

Buskerud vegkontor ved Helge Aalefjær og Andreas Thorud fant frem til egnede vegstrekninger, dvs. nylagte dekker på relativt høytrafikkerte veger og tillot oss å feste asfaltplatene der. Siden hjalp Sverre Wollebakk-Nilsen med skilting o.a. praktisk arbeid ved utføring av målingene.

Hordaland vegkontor ved Terje Trengereid fant frem til egnede vegstrekninger, dvs. nylagte dekker på høytrafikkerte veger. Siden hjalp han, Øystein Kolaas, Leif Tveiterås og Bjørn Trygve Andersen til med praktisk arbeid ved utføring av målingene, med uttak av borkjerner av asfaltplatene ved prosjektets avslutning og innsamling av analysedata.

VTIs dataprogram for beregning av dekkers levetid fikk vi låne av Torbjörn Jacobson.

Under utarbeidelsen av denne rapporten har jeg hatt mange givende diskusjoner med Arne Grønhaug og Sigmund Dørum.

Jeg takker alle for god bistand.

## Litteratur

- 1 Dørum, S. og Bragstad, R.: Beregning av SPSV (Spesifikk piggdekkSlitasje, Volum) Veglaboratoriet Intern rapport nr. 1767, Januar 1995
- 2 Höbeda, P.: Stenmaterialets betydelse på funktionen hos asfaltbelägning - svenska förhållanden. Konferansen "Stein i vei" 2.-3. feb. 1995
- 3 Jacobson, T.: Undersökning av slitlagerbelägningars resistens mot dubbade däck i VTI:s provvägsmaskin Projekt VVÄ VTI meddelande Nr. 732-1994
- 4 Jacobson, T.: Dubbavnötning på provplattor i Norge vintrarna 1994/95 och 1995/96 Läges rapport 96-06 VTI Notat 41-1996
- 5 Jacobson, T.: Dubbavnötning på provvägar och provplattor vintern 1995/96 Lägesrapport 96-12 VTI Notat 64-1996
- 6 Jacobson, T. och Nilsson, F.: Dubbavnötning på provplattor i Norge vintrarna 1994/95, 1995/96 och 1996/97 Lägesrapport 97-07 VTI Notat 49-1997
- 7 Jacobson, T. och Hornwall, F.: Dubbavnötning på provplattor i Norge Slutrapport VTI Notat 45-1998
- 8 Løberg, B.E.: Asfaltplater i vegbanen - hva vet vi etter et år ? Våre Veger nr. 4, 1996
- 9 Norsk Standard NS-EN 1097-9 Bestemmelse av motstand mot piggdekkslitasje Nordisk metode Norsk Standardiseringsforbund november 1998
- 10 Wågberg, L.-G., Hjalmarson, S.-O.: Asfaltbelägningars nötningsresistens VTI Notat V 107 1989-08-17