



Asfaltutviklingsprosjektet i Telemark (AUT)

Oppfølgingsrapport 2015

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 572



Tittel

Asfaltutviklingsprosjektet i Telemark (AUT)

Undertittel**Forfatter**

Roar Telle og Jens Lofthaug

Avdeling**Seksjon****Prosjektnummer****Rapportnummer**

Nr. 572

Prosjektleder

Torbjørn Haglund og Jostein Myre

Godkjent av

Jostein Myre

Emneord

Kaldasfalt, emulsjonsgrus, skumgrus

Sammendrag

Asfaltutviklingsprosjektet i Telemark (AUT) har vært et samarbeidsprosjekt mellom Statens vegvesen og Icopal as (i dag Lemminkäinen). Hovedformålet med prosjektet var å bedre bæreevnen og utvikle funksjonelle og rimelige slitedekker og vedlikeholdsmetoder, fortrinnsvis ved bruk av kalde masser. Hovedkonklusjonen er at det på lavtrafikkvegnettet kan forventes like lang funksjonstid på kaldproduserte asfaltdekker som for tradisjonelle varmproduserte asfaltdekker (Agb).

Title

Development of cold asphalt mixes in the county of Telemark

Subtitle**Author**

Roar Telle and Jens Lofthaug

Department**Section****Project number****Report number**

No. 572

Project manager

Torbjørn Haglund and Jostein Myre

Approved by

Jostein Myre

Key words

Cold Asphalt, Emulsion mixes, Foam mixes

Summary

Asfaltutviklingsprosjektet i Telemark (AUT) – Oppfølgingsrapport 2015

Sammendrag

Asfaltutviklingsprosjektet i Telemark (AUT) har vært et samarbeidsprosjekt mellom Statens vegvesen og Icopal as (i dag Lemminkäinen Norge AS) med støtte fra Statens nærings- og distriktsutviklingsfond (SND). Fra 2004 har SND vært en del av Innovasjon Norge. Prosjektet ble gjennomført i perioden 1994-97.

Hovedformålet med prosjektet var å bedre bæreevnen og utvikle funksjonelle og rimelige slitedekker og vedlikeholdsmetoder, fortrinnsvis ved bruk av kalde masser.

Resultatene fra AUT-prosjektet ble i siste halvdel av 1990-tallet rapportert i en hovedrapport (Publikasjon nr. 92), 6 temarapporter og 14 fagrapporter, alle utgitt ved Vegteknisk avdeling i Vegdirektoratet. I 2002 ble det utgitt en fagrapport «Oppfølging av AUT-dekker».

Hovedkonklusjonen er at det på lavtrafikkvegnettet kan forventes like lang funksjonstid på kaldproduserte asfaltdekker som for tradisjonelle varmproduserte asfaltdekker (Agb).

Hvis man sammenligner tilstanden ved utlegging og tilstandsutviklingen fram til nytt dekke legges på utlagte AUT-dekker med tradisjonell varme dekker (Agb), vil konklusjonen for det lavtrafikkerte vegnettet være:

- AUT-dekkene er noe mer ujevne umiddelbart etter utlegging
- Oppnår lik levetid (funksjonstid) som for tradisjonelle varme dekketyper (Agb)
- Det er manglende bestandigheten (steinslipp) som er årsak til reasfaltering. På flere av strekningene har man få år etter utlegging sett tendenser til steinslipp, men dette har ikke økt vesentlig fra år til år. Konklusjonen kunne nok ha blitt annerledes hvis vegen hadde hatt vesentlig mer trafikk.
- Erfaringen tyder på valgt bindemiddel (330/430) har god langtidsvirkning.
- AUT-dekker er noe mer sårbare ved utlegging under dårlige værforhold (regn og/eller utlegging ved lave lufttemperaturer)
- En videre utvikling av AUT-konseptet ville sannsynligvis ha ført til at man kunne ha eliminerte de fleste/alle problemene man hadde med AUT-dekkene sammenlignet med tradisjonelle varme dekketyper (Agb).

Forord

Asfaltutviklingsprosjektet i Telemark (AUT) har vært et samarbeidsprosjekt mellom Statens vegvesen og Icopal as (i dag Lemminkäinen Norge AS) med støtte fra Statens nærings- og distriktsutviklingsfond (SND). Fra 2004 har SND vært en del av Innovasjon Norge. Prosjektet ble startet opp i 1994 og ble avsluttet i 1997. Prosjektet besto av en forsknings- og utviklingsdel med et budsjett på 13,5 mill. kr og en produksjonsdel med et budsjett på 19,5 mill. kr. Hovedformålet med prosjektet var å bedre bæreevnen og utvikle funksjonelle og rimelige slitedekker og vedlikeholdsmetoder, fortrinnsvis ved bruk av kalde masser. Etter avslutningen i 1997 er AUT-strekningene fulgt opp fram til 2015.

AUT-dekkene som er fulgt opp er kaldproduserte emulsjonsdekker. I tillegg til de opprinnelige AUT-dekkene er også tilsvarende dekker lagt i 1999 og 2002 fulgt opp. Ut over disse dekkene er metoden ikke benyttet ved dekkelegging i Telemark i perioden 1995-2015.

Når kaldasfalt ikke har blitt benyttet i større omfang etter AUT skyldes det delvis at ordinær varmprodusert asfalt har vært konkurransedyktig og delvis at det kreves en annen kompetanse for å produsere og legge kaldasfalt, som ikke ble ivaretatt etter avslutningen på AUT grunnet manglende kontinuitet. Kaldasfalt har ikke vært forespurt i et omfang som kreves for å ivareta og videreutvikle kompetansen.

Resultater fra AUT-prosjektet er publisert i mange rapporter. Det er laget en hovedrapport, publikasjon nr.92 «Asfaltutviklingsprosjektet i Telemark» og 6 temarapporter i Laboratorieserien; Planleggingsverktøy (nr. 86), Mixdesign (nr. 87), Produksjon (nr. 88), Utlekking (nr. 89), Valsing (nr. 90) og Driftserfaringer (nr. 91). Det er i tillegg skrevet en rekke detaljerte fagrapporter fra forsøksfelt og laboratorieundersøkelser. I 2002 ble det utgitt en rapport «Oppfølging av AUT-dekker lagt 1995-1997» (nr. 116).

Denne rapporten er avslutningen på Asfaltutviklingsprosjektet i Telemark. Det har vært viktig å følge opp strekningene over tid og avslutte det omfattende utviklingsarbeidet på en tilfredsstillende måte. Hvis interessen for kaldasfalt kommer tilbake bør de erfaringer som er gjort i AUT hentes fram og utnyttes i det videre arbeidet.

Innhold	Side
Sammendrag	1
Forord	2
Innhold	3
1. Bakgrunn for AUT-prosjektet	4
2. Gjennomføring av prosjektet	5
2.1 Generelt om AUT	5
2.2 AUT-strekninger	6
2.3 Forsøk og utviklingsarbeid i AUT	11
3. Undersøkelser av prøver fra AUT-dekkene	17
3.1 Herding av bindemiddel	17
3.2 Lastfordelingskoeffisient/E-modul	19
3.3 Hulrom	21
3.4 Bestandighet	26
3.5 Skumbitumendekker	29
4. Oppfølging av tilstand på slitelag i ettertid	31
4.1 Spor og jevnhet	31
4.2 Tilstandsregistrering – skader	32
5. Konklusjoner/erfaringer fra AUT – 2015	38

1 Bakgrunn for AUT-prosjektet

I perioden før oppstarten av AUT ble det benyttet kaldprodusert asfalt i mange fylker og mange forsøksstrekninger var utført. Erfaringene varierte, noen kaldproduserte dekker ble veldig gode, mens andre gikk i oppløsning kort tid etter utlegging. Usikkerheten var stor og kaldproduserte dekker ble som oftest produsert med myke bindemidler og ble ansett å ha kortere levetid enn varmprodusert asfalt. En målsetning med AUT-prosjektet var å utvikle funksjonelle og rimelige slitedekker med tilnærmet samme levetid som varmprodusert Agb og med tilsvarende jevnhet og kjørekomfort. For å oppnå lengre levetid for kaldasfaltdekkene ble det bestemt å produsere masser med tett korngradering og relativt stivt bitumen. Tilslaget skulle være lokale materialer nær utleggingsstedet. AUT-prosjektet skulle være en mer systematisk utvikling av kaldasfalt gjennom laboratoriearbeid og feltforsøk for deretter å benytte erfaringene i utlegging på lengere strekninger. Det ble lagt stor vekt på å produsere homogene masser med god bearbeidbarhet for å oppnå jevne dekker med lang levetid.

Utviklingsdelen av AUT ble delt opp i fire delprosjekt:

1. Planleggingsverktøy for forsterkning
2. Laborariemetoder
3. Bindemiddelsystemer
4. Maskinteknisk utvikling

2 Gjennomføring av prosjektet

2.1 Generelt om AUT

Det ble opprettet en prosjektorganisasjon bestående av en styringsgruppe og en prosjektgruppe, samt delprosjektgrupper. Utviklingsarbeidet foregikk i prosjektgruppen og delprosjektgruppene. Produksjon og utlegging på vegstrekningene ble håndtert som en ordinær asfaltkontrakt av Statens vegvesen og Icopal. Arbeidet ble startet opp høsten 1994 og produksjon og utlegging av kaldasfalt ble utført på følgende vegstrekninger i perioden 1995-97.

Tabell 2.1 AUT-strekninger

Nr	Strekning	Leggeår	Lengde (m)	ÅDT
1	Rv 36 Sandane bru - Vefall	1995	5080	4200
2	Rv* 38 Dalen - Liosvingen	1995	3872	450
3	Rv* 45 Høydalsmo - Dalen	1995/1996	9967	850
4	Rv* 358 Bostrak - Gautefall	1996/1997	14411	800

*) senere omgjort til fylkesvei med samme nummer

Det var mange personer involvert i AUT-prosjektet fra tidlig start og fram til denne sluttrapporten. Her nevnes kun noen sentrale deltakere:

Forprosjekt og søknad til SND:

Torbjørn Haglund (Statens vegvesen)

Terje Rykhus (Icopal)

Finn Halvor Skaardal (Icopal)

Styringsgruppe:

Jan Ove Sannes (Statens vegvesen – leder)

Åsmund Midtbø (Statens vegvesen)

Arne Aaberg (Icopal)

Nicolay Wiborg (Icopal)

Torbjørn Haglund (Statens vegvesen)

Jostein Myre (Statens vegvesen)

Prosjektgruppe:

Torbjørn Haglund (Statens vegvesen - leder til 1995)

Jostein Myre (Statens vegvesen - leder fra 1995)

Terje Rykhus (Icopal)

Finn Halvor Skaardal (Icopal)

Roar Telle (Icopal)

Torbjørn Jørgensen (Statens vegvesen)

Produksjonskontrakten:

Torbjørn Haglund (Statens vegvesen)

Finn Halvor Skaardal (Icopal)

Eigil Jenssen (Icopal)

Etterbruksgruppe:

Jens Lofthaug (Statens vegvesen – leder)

Roar Telle (Icopal)

I AUT ble det hovedsakelig arbeidet med verksprodusert kaldasfalt med bitumenemulsjon, men også skumbitumen. Følgende beskriver en typisk arbeidsresept for Eb 16 (emulsjonsbetong 16mm) i AUT:

- 5,0 % bitumen 330/430 tilsatt som 65 % saktebrytende emulsjon.
- Tilslag: 60 % 6-16 mm og 40 % 0-6 mm
- Kornkurve (fra 0,075 mm til 16 mm i %-gjennomgang sikt): 5 – 7 – 11 – 16 – 20 – 24 – 33 – 50 – 74 – 95.

2.2 AUT-strekninger

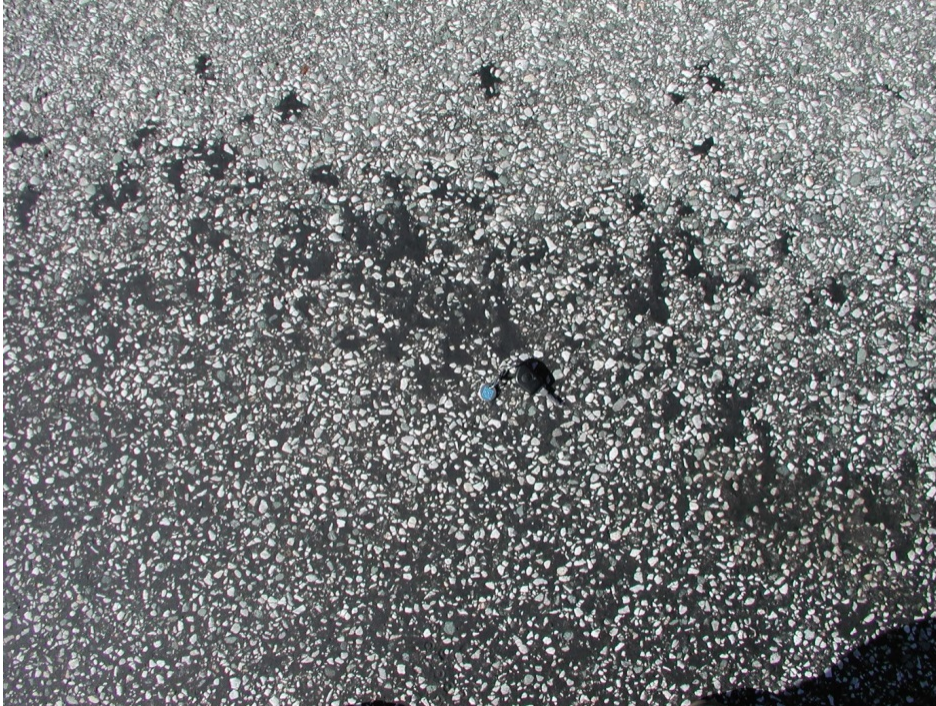
Kapittel 2.2 beskriver resultater fra befaringer (i 2011/2015) på AUT-strekningene samt en tilleggs strekning med emulsjonsdekke lagt i 1999:

- Rv 36 Sandane bru – Vefall, lagt i 1995 (AUT-strekning nr. 1, se tabell 2.1)
- Rv 38 Dalen – Liosvingen, lagt i 1995 (AUT-strekning nr. 2, se tabell 2.1)
- Rv 45 Høydalsmo – Eidsborg, lagt i 1995/96 (AUT-strekning nr. 3, se tabell 2.1)
- Rv 358 Bostrak – Gautefall, lagt i 1996/97 (AUT-strekning nr. 4, se tabell 2.1)
- Fv 155 Frøystun – Verpe, lagt i 1999 (tilleggs strekning)

2.2.1 Rv 36 Sandane bru – Vefall (1995)

Kaldasfalten ble produsert i Verpe grustak i Bø kommune og lagt på Rv36, på strekningen Sandane bru – Vefall. Det ble brukt et kaldblander med Lucksta-mikser, tidligere brukt til oljegrusproduksjon. Ved produksjon av tett emulsjonsmasse med 5,0 % bindemiddelinhold dannet det seg en rekke baller av finstoff og bindemiddel (agglomer), som kom til syne i dekkeoverflaten som «feite» flekker. Det var også problem med avrenning av brytningsvann ved transport av massen. På tross av disse problemene gikk utleggingen greit og dekket fikk ingen bestandighetsskader. Det visuelle inntrykket av dekkeoverflaten var ujevn bindemiddelfordeling grunnet agglomerene, men ingen tegn til grove åpne partier (ref. Statens vegvesen, Laboratorieserien rapport nr. 88 «Produksjon»).

Sporutviklingen i perioden 1995-2001 var i 0,6 mm pr år, noe som var mindre enn en valgt referansestrekning på Rv 36 med varmprodusert asfalt. Problemet med agglomer ble senere (1996) løst ved å erstatte Lucksta-blander med en Idecon-blander med en annen utforming på miksearmene og oppvarming av blandekammeret. Forsøk med avrenning viser at både for lite vann og for mye vann i tilslaget gir avrenning. For et materiale med optimalt vanninnhold (Modifisert Proctor) på 5,5%, ble det ikke registrert avrenning når fuktigheten i tilslaget lå mellom 4,5 og 5,7%. Vanninnhold < 3,5% og > 7% ga alltid avrenning.



Rv 36 – Overflate med agglomerer av bindemiddel-finstoff. Fotografert 2001

2.2.2 Rv 38 Dalen – Liosvingen (1995)

Kaldasfalten ble produsert med knust grus fra Huvestad i Tokke kommune (Dalen), og lagt på Rv38 strekningen Tønsberg-Liosvingen. Steinmaterialet fra Huvestad hadde belegg og ble betraktet som et vanskelig tilslag ved proporsjoneringen. Det var problemer med god omhylling og god vedheft mellom bitumen og stein. På dekket som ble lagt i august 1995 ble det ikke observert skader på nylagt dekke eller etter første vinter. Ved befaring i august 2011, 16 år etter utlegging ligger dekket fortsatt bra. I 2015 ligger dekket fortsatt bra, men noen steder kan det sees antydning til steinslipp.



Belegg på steinmaterialet i Huvestad (t.v.) og vasket steinmateriale (t.h.). Fotografert 1995

2.2.3 Rv 45 Høydalsmo – Eidsborg (1995-1996)

Kaldasfalten ble produsert med knust grus fra Huvestad (1995) og knust fjell (tunnelmasse) fra Rogdeli i Tokke kommune (1996). Kaldasfalten ble lagt på Rv 45 på strekningen Høydalsmo-Eidsborg. Produksjonen foregikk omtrent midt på strekningen ved Forstøyl. I 1995 ble Lucksta-mikseren benyttet, i 1996 Idecon-blanderen. Idecon-blanderen ga en mer homogen blanding med svært få agglomer. Ved befaring i 2011 var dekketilstanden varierende fra partier med betydelige skader (steinslipp, oppløsning) til partier som ligger helt fint. Det er flere skader nær Høydalsmo og generelt bedre dekketilstand nær Eidsborg. I 2015 er situasjonen omtrent som i 2011 med tydeligere skader på dårlige partier.



Rv 45 Fotografert 2011

2.2.4 Rv 358 Bostrak – Gautefall (1996-1997)

Produksjon med tilslag fra Tømmeråsen. Tømmeråsen er et fjelltak på Gautefallheia. Materialet ble knust rett før og samtidig med produksjon av emulsjonsmasse. Nyknust materiale er mer reaktivt enn materiale som har vært lagret en tid. En bitumenemulsjon bryter raskere i kontakt med nyknust materiale enn i kontakt med materiale som har vært lagret i noen uker. Dette skyldes flere ladninger på overflaten av nyknust materiale. Når steinmaterialet er utsatt for luft og nedbør nøytraliseres en del av ladningene og reaktiviteten avtar. Det er en fordel å benytte materiale som har vært lagret 3-4 uker for å få jevn brytning av emulsjonen.

Emulsjonsmassen ble lagt ut Rv 358 på strekningen Bostrak – Gautefall. Ved befaring i 2011 ligger det meste av strekningen fint. Korte partier har steinslipp.



Rv 358, fotografert 2008

På alle strekninger ligger det forsøkspartier. Disse er merket med egne skilt med AUT og forsøksnummer (01, osv.). På Rv 45 og 358 ble det lagt forsøk med skumbitumen. Forsøket på Rv 358 ved Gautefall hotell ble tidlig lagt over med varmasfalt. Forsøket på Rv 45 viste tidlige tegn til bestandighetskader, det ligger fortsatt i 2011, men er svært rufsete. Ved befaring september 2015 er forsøksfeltet reasfaltert med varm asfalt.

2.2.5 Fv 155 Frøystun – Verpe (1999)

Det ble utført en dekkelegging med emulsjonsmasse på Fv 155 Frøystun – Verpe i Bø kommune i 1999, som en oppfølging av Telemarksprosjektet. Materialet fra et grustak i Øvre Bø ble benyttet som tilslag. Dette materialet er svært likt materialet fra Verpe grustak som ble benyttet på Rv 36 i 1995. Resultater fra arbeidet på Fv 155 er beskrevet i Statens vegvesen, Laboratorieserien, rapport nr 116 (oktober 2002). Dekke ligger relativt bra ved befaring i august 2011. De skader som har oppstått skyldes telesprekker og setninger i underliggende lag.



Produksjon av kaldasfalt i Bø 1999.



Fv 155. Fotografert 2002



Fv 155 Fotografert 2011

2.3 Forsøk og utviklingsarbeid i AUT

I kapittel 2.3 beskrives følgende sentrale tema fra AUT-prosjektet:

- Mixdesign (kap. 2.3.1)
- Produksjon (kap. 2.3.2)
- Utlekking (kap. 2.3.3)

2.3.1 Mixdesign

Det ble utført omfattende laboratoriearbeider for å sikre god mix design av kaldasfalt og undersøkelser av materialeegenskaper. Disse arbeidene er presentert i Laboratorieserien, rapport nr 87 «Mixdesign».

I AUT ble mixdesign utført med det lokale steinmateriale som var tilgjengelig i nærheten av parsellen som skulle legges. Bindemiddelstivheten, B 370, ble valgt ut fra forholdene på strekningen som skulle asfalteres.

Mixdesign omfatter prosessen fra bedømmelse av tilslag og bindemiddel til testing av materialeegenskaper på laboratoriet og utarbeidelse av arbeidsresept. En godt gjennomført mixdesign danner grunnlaget for et vellykket resultat på veien.

Riktig uttak av prøver av tilslagsmaterialet er en forutsetning for en vellykket mixdesign. Prøven må være representativ for tilslaget som senere skal benyttes i produksjonen og prøven må tas av materialer inne i lagerhaug. Maskinelt utstyr er nødvendig ved prøveuttak.

Det er lagt stor vekt på riktig prøveuttak og bevaring av naturlig fuktighet i prøven. Om ytterligere fuktighet skal tilsettes på laboratoriet må dette skje på en skånsom måte. Vannet kan f.eks. helles langs kanten av prøvebeholderen og fordeles over tid i tildekket prøve, slik at belegg på grove steiner ikke vaskes bort. Dette er viktig for bindemiddelfordeling, brytning av emulsjonen og bearbeidbarhet for massen. Emulsjonsresepten ble utarbeidet for det aktuelle tilslaget. Valg av riktig vanninnhold i tilslaget er en vesentlig del av proporsjoneringen og ble bestemt ved hjelp av Modifisert Proctor. Totalt vanninnhold er fuktinnholdet i tilslaget, prosessvannet i emulsjonen og eventuelt vann tilsatt i produksjonen (hvis det er for lite fukt i tilslaget).

Forsøk viser at magre masser har en reduksjon i lastfordelingskoeffisient etter fryse-tine sykler, mens det ikke er signifikante forskjeller ved høyere bindemiddelinhold.

Sammenlikning mellom dynamisk triaksialforsøk og spaltetrekk, som normalt benyttes ved mix design av kaldasfalt, verifiserer at de formuler som benyttes i dimensjoneringsnivå 2 i håndbok N 200 stemmer rimelig godt for emulsjonsmasser. Dette formelverket bygger på tidligere undersøkelser av varm asfalt (Veglaboratoriets internrapport 1174, 1983), men benyttes i praksis oftere på kaldasfalt.

Det er viktig å sette av god tid til forberedende undersøkelser i laboratoriet for å sikre et best mulig produkt på veien. Erfaringer viser at det ofte ikke settes av nok tid til tilfredsstillende mix design.

2.3.2 Produksjon

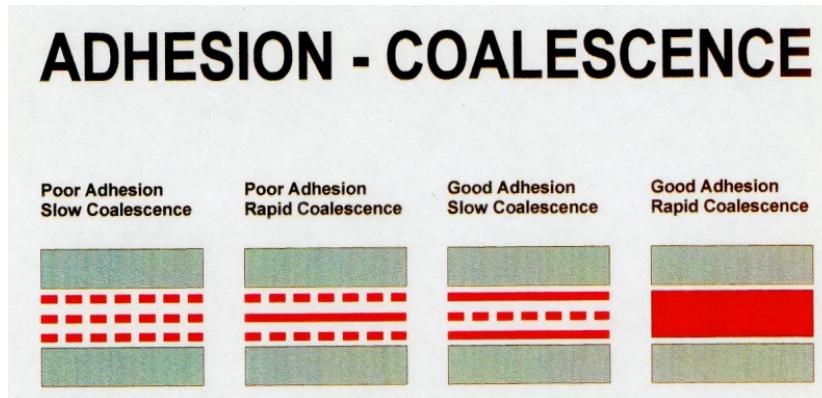
Hovedutfordringene i forbindelse med produksjon av kaldmasse har vært følgende: inhomogeniteter med dannelse av finstoff-bitumen klumper (agglomer), bindemiddelavrenning og tung bearbeidbarhet.

Problemer med dannelse av agglomer ved produksjon av tett emulsjonsmasse med relativt stivt bitumen (330/430) og høyt bitumeninnhold (5 %) ble løst ved å endre utformingen av mikselabber i blanderen. Massen ble «løftet» opp i blanderen i stedet for å bli «rørt» i, se bilder under.



Bilde a) agglomer i massen ved produksjon i Lucksta-verk, b) utforming av mikselabber i IDECON-blanderen

Emulsjonsmasser med relativt stivt bitumen er tyngre å arbeide med enn varmprodusert asfalt. Det er viktig med godt tilpasset emulsjon for å få et best mulig resultat. Vedheft til steinmaterialet må være god, bitumen skal sitte på steinoverflaten allerede under blanding, men emulsjonen må ikke bryte fullstendig, fordi det vil gi en for tungt bearbeidbar masse. Vedheft må inntreffe raskt, men koalesensen (oppbygging av bindemiddelnettverk) må være langsom.



Vedheft og koalesens. Grått område er steinmaterialet. Rødt er bindemiddel; heltrukket strek viser brutt emulsjon og stiplet strek viser ubrutt emulsjon. Situasjonen med god vedheft og langsom koalesens er ønsket.

Figur 2.3.1 Vedheft – bindemiddelnettverk

Det at bindemidlet dekker steinoverflaten fullstendig (god omhylling) behøver ikke nødvendigvis å bety god vedheft. God vedheft betyr at bitumenet fester seg godt til steinoverflaten og ikke gnis eller vaskes bort etter at emulsjonen er brutt. Dette er avgjørende for god bestandighet i den første tiden etter utlegging. Enkle vedheft tester bør gjøres under produksjon.

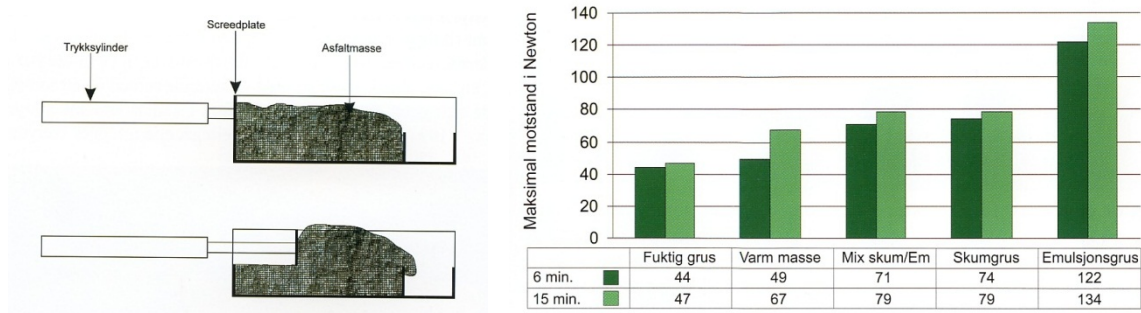
De metoder som ble benyttet i AUT ved produksjon var 1) å undersøke hvor vannømfintlig massen er rett etter produksjon ved å legge massen umiddelbart i vann. Etter en tid helles vannet av og bindemiddel-dekningen bedømmes 2) vente til massen har brutt ved å lagre den en tid på en plate for så å legge den i vann i en time og deretter bedømme bindemiddeldekningen.

En tredje metode som kan benyttes ved bruk av stivt bitumen er å koke massen i 10 minutter. Dekningsgrad bedømmes etter koking. Eksempler på resultat er vist i bildene under. Bildene er ikke av AUT-masser.



Bilde a) masse med dårlig vedheft og b) masse med normal vedheft ved koketest

Bearbeidbarhet er i AUT målt ved hjelp av Nynas Workability Test (Lådan), se figur nedenfor. Emulsjonsgrus er tyngre bearbeidbar enn varmasfalt og skumbitumenmasse. Det ble gjort forsøk med kombinasjon skumming med stivt bitumen og tilsetning av emulsjon med mykbitumen. Kombinasjon av de to bindemidlene ga et bindemiddel med penetrasjon 330/430. Denne massen ble like bearbeidbar som skumbitumen. Erfaringer fra produksjon av kaldasfalt er beskrevet i Laboratorieserien, rapport nr 88 «Produksjon».



Bearbeidbarhetstester (Lådan)

Figur 2.3.2 Bearbeidbarhetstest

2.3.3 Utlegging

Stor beltegående asfaltutlegger med tung screed ga best resultat med hensyn på densitet, overflatestruktur og jevnhet. IRI resultatene ble bra, men en bilfører opplever likevel at dekket har flere små ujevnheter enn varmprodusert asfalt, når dekke er nylagt. I AUT ble det brukt varme på screeden og utleggerhastigheten var omkring 4 meter pr minutt.

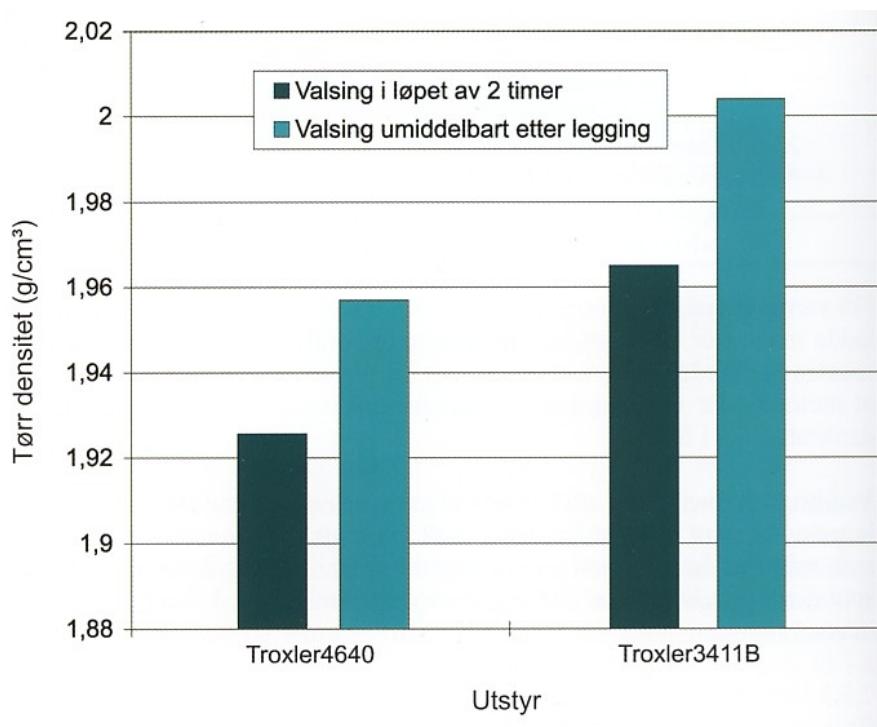
Kaldasfalt er mer sårbar for skader på grunn av vridning og kraftig nedbør i tiden rett etter legging, sammenliknet med varmasfalt. Emulsjonsmasser er noe mindre sårbar enn skumbitumenmasser. For å sikre at styrkeoppbyggingen i dekket skjer relativt raskt ble det utviklet et utstyr, kalt piggskive, for å måle styrkeoppbyggingen i dekket i første tiden etter utlegging.

Piggskiva består av en stålplate (55 x 25 cm og tykkelse 2,5 cm) med en innfelt skive (diameter 18 cm) som dreies rundt med en momentnøkkel. Skiven har pigger på undersiden laget av 6 mm stålskruer som er spisset mot enden. Piggene er 25 mm lange. Det er laget 4 gjengete hull i skiva til å skru piggene fast. Skiven dreies manuelt med momentnøkkelen av en person mens en annen person står på platen. Det dreies med jevn hastighet i ca. 15 sekunder for 2 cm forskyvning langs skivens ytterkant (merke på skive og plate). Piggene sitter midt mellom senter og ytterkant på skiva.



Fotografi av piggskiva plassert på dekket

Flere valseforsøk ble utført i AUT. Dårlig jevnhet ved utlegging rettes ikke opp ved valsing, men god jevnhet ved utlegging opprettholdes etter valsing. God jevnhet må derfor tilstrebes ved utlegging. For emulsjonsmasser blir densiteten høyest om dekket vales umiddelbart etter utlegging, slik det gjøres med varmasfalt, se figur 2.3.3. Valseforsøk utføres for å bestemme optimalt antall overfarer.



Figur 2.3.3 Resultat fra valseforsøk (med variert tid mellom utlegging og valsing)

Valseforsøk er beskrevet i laboratorierien, rapport nr. 89 «valsing». Kompaktering av kalde masser skiller seg fra kompaktering av varme masser ved at vann er tilstede i kalde masser. Dette gjør at massen oppfører seg annerledes ved kompaktering og får en annen hulromsstruktur enn varme masser. Undersøkelser som er foretatt ved hjelp av mikroskopanalyse viser at hulrommet i kalde dekker består av flere små luftporer enn i varme dekker med det samme totale hulrom. Generelt er det totale hulrommet høyere i kalde dekker enn i varme dekker. Hulrommet i AUT-dekkene ligger i området 5-10 %.

I tillegg til de rapporter som er nevnt i dette kapitlet er det utgitt 14 rapporter i Veglaboratoriets interne rapportserie (1997), som beskriver de enkelte feltforsøk i AUT-prosjektet.

3. Undersøkelse av prøver fra AUT-dekkene

AUT-dekkene er generelt tette emulsjonsdekker med 5,0 % B 370 (330/430) i slitelag og 4,5 % i bærelag. Det er lagt enkelte partier med andre bindemidler. Slitelagsdekket ble i AUT prosjektet kalt Eb (emulsjonsbetong), mens bærelag ble kalt Eg (emulsjonsgrus). Kapittel 3 er en sammenstilling av resultater fra ulike tidligere undersøkelser.

3.1 Herding av bindemiddel

I et feltforsøk (AUT 01) på Rv 36 ble det 13.06.95 lagt ut kaldmasse i en tykkelse på mer enn 20 cm. Dette er et bærelag hvor det ikke ble lagt slitelag over. Fra dette partiet ble det tatt ut borkjerner i august 1999 for å analysere herdingen av bitumen i kaldmasse. Kjernene ble delt i bunn, midt og topp. Det ble også tatt ut kjerner fra et feltforsøk med slitelag (AUT 03) på Rv 36, utlagt 04.07.95. Kjernene ble ekstrahert og bindemidlet gjenvunnet og testet ved Statens vegvesens laboratorium. En bitumenprøve fra levering av bitumen til Icopals emulsjonsfabrikk på Fjellhamar, Esso B 370, 13.06.95, ble analysert for få en indikasjon på herdingen av bitumen under produksjon og over tid i de 4 årene dekket hadde ligget på veien.

Tabell 3.1.1 Herding av bitumen, kaldasfalt Rv 36, produsert og lagt ut 13.06.95

Prøve merket	Dato uttak	Penetrasjon 25°C mm/10	Viskositet 60°C Ns/m ²	Bitumen %
B 370	13.06.95	388	22.8	-
Eg 16, bærelag, Topp	23.08.99	243	41.8	4.5
Eg 16, bærelag, Midt	23.08.99	234	43.3	4.0
Eg 16, bærelag, Bunn	23.08.99	290	35.4	4.2
Eb 16, slitelag	23.08.99	213	50.0	4.9

For å få en indikasjon på hvor mye av herdingen som skjer ved produksjon av emulsjon og ved produksjon av kaldmassen, og hvor mye som skjer over tid, ble det gjort undersøkelser på kaldmasse samme år som utlegging. Borkjerner ble tatt fra Fv 155 som ble lagt i august 1999. Også her ble det benyttet B 370 (330/430). Etter 12 år i felt er bindemidlet blitt vesentlig stivere.

Tabell 3.1.2 Herding av bitumen, kaldasfalt Fv 155, produsert og lagt ut i august 1999

Prøve merket	Dato uttak	Penetrasjon 25°C mm/10	Viskositet 60 °C Ns/m ²	Bitumen %
B 370	16.08.99	349	27.1	-
Egt 11, prøve 1	21.10.99	305	33.3	4.95
Egt 11, prøve 2	21.10.99	295	33.9	4.16
Egt 11, prøve 3	21.10.99	276	34.9	4.29
Egt 11, prøve 4	21.10.99	271	36.4	4.77
Egt 11	17.08.11	122	104	4,26

For borkjerner fra toppen av dekket på Rv 36, merket bærelag topp og slitelag i tabell 3.1.1, var differansen i penetrasjon mellom bindemiddelprøve og bitumen fra dekket etter 4 år lik 160. For borkjerner fra Fv 155, som alle var fra toppen av dekke, var differansen i penetrasjon mellom bindemiddelprøve og bitumen fra dekke samme år lik 62. Dette indikerer en herding av bindemiddelet i dekket fra opprinnelig pen 370, til en penetrasjon i område 300 ved utlegging og en penetrasjon på ca. 230 etter 4 år.

Det er naturlig at bindemiddelet herder mer i overflaten av et asfaltdekke enn lenger ned i dekket hvor tilgangen på oksygen er mindre. Resultatet fra undersøkelsen av borkjerner delt i topp, midt og bunn, viser minst herding i bunn og mest herding i midten. Det er ikke stor forskjell på midt og topp. Overflaten som er direkte utsatt for sollys utgjør sannsynligvis så liten del av den totale bitumenmengde i borkjernens øvre del (topp) at det ikke gjør vesentlig utslag på viskositetsmålingen.

På Rv 38, Hp 14, km 1.292 - 1.875 (AUT 04) ble det utlagt et forsøksfelt 29.08.96. Eb 16 slitelag med MB 15.000 (V 15.000). Det finnes ingen analyser av bindemiddelet før emulgering eller fra asfaltmassen første året. Analyser fra borkjerner tatt etter 5 år viser at bindemiddelet har herdet fra omkring V 15.000, hvis vi antar at viskositeten var som forutsatt, til omkring V 25.000 etter produksjon og fem år på veien. Etter 19 år på veien er bindemiddelstivheten omkring pen 150.

Tabell 3.1.3 Herding av bitumen, kaldasfalt Rv 38

Prøve merket	Dato uttak	Penetrasjon 25°C mm/10	Viskositet 60°C Ns/m ²	Bitumen %
Eb 16, prøve A	30.08.01	322	30,0	5,0
Eb 16, prøve B	30.08.01	372	23,8	5,1
Hp 14, km 1,296	Sep. 2015	165	77,3	-
Hp 14, km 1,789	Sep. 2015	275	38,2	-

Tabell 3.1.4 Herding av bitumen, kaldasfalt Rv 36, borkjerner tatt 2003

Prøve merket	Dato uttak	Penetrasjon 25°C mm/10	Viskositet 60°C Ns/m ²	Bitumen %
Hp 9, km 19,0	16.10.03	266	-	5,23
Hp 12, km 1,2	16.10.03	227	-	6,25
Hp 12, km 1,4	16.10.03	188	-	5,44
Hp 12, km 2,0	16.10.03	254	-	5,95
Hp 12, km 2,5	16.10.03	252	-	6,05

Tabell 3.1.5 Herding av bitumen, kaldasfalt Rv 358, lagt 1997, borkjerner 2006, 2011 og 2015

Prøve merket	Dato uttak	Penetrasjon 25°C mm/10	Viskositet 60 °C Ns/m ²	Bitumen %
Eb 16, km 6.200	07.08.06	256	-	5,6
Eb 16, km 9.490	07.08.06	182	-	4,7
Eb 16, km 11.570	07.08.06	285	-	5,4
Eb 16, km 6.200	06.10.11	245	41,1	5,42
Eb 16, km 9.502	06.10.11	285	33,2	5,04
Eb 16, km 11.380	06.10.11	178	75,8	4,99
Eb 16, km 6.203	Sep 2015	81	208	-
Eb 16, km 9.504	Sep 2015	243	46,0	-
Eb 16, km 11.415	Sep 2015	85	209	-

Borkjerner tatt ut på Rv 358 etter 9 år viser at bindemiddelet har blitt stivere. Det er liten endring i stivheten fra 9 år til 14 år i felt. Etter 18 år viser 2 av 3 kjerner en vesentlig herding. Disse to kjernene har hulrom på 7,0 og 6,0 %, mens kjernen med liten herding har hulrom 3,2 %. Kjerner med lavt bitumeninnhold og høyt hulrom har herdet mer enn kjerner med høyere bitumeninnhold og lavere hulrom.

3.2 Lastfordelingskoeffisient / E-modul

Alle kaldasfaltdekker i AUT, med få unntak for spesielle forsøksfelt, er lagt med B 370 (330/430) som utgangsbitumen.

Følgende lastfordelingskoeffisienter er bestemt ut fra indirekte strekkforsøk ved 25°C på borkjerner fra AUT-dekker (hulrommene som er oppgitt er målt ved veing i luft og vann).

Rv 36

AUT 01, Feltforsøk bærelagsmasse, Hp 09: km 19.634 - 19.734, utlagt 13.06.95. Forsøksfeltet ble lagt ut i en tykkelse på over 20 cm. Det er ikke lagt slitelag over bærelaget. Borkjerner tatt ut 23.08.99 ga følgende resultat:

Tabell 3.2.1 Lastfordelingskoeffisienter etter 4 år, Eg 16 bærelag

	Bitumen %	Densitet	Hulrom %	Lastfordelingskoeffisient ¹⁾
Topp	4.2	2.35	6.9	2.14
Midt	4.3	2.29	9.0	1.78
Bunn	4.1	2.28	9.9	1.64

1) Snitt av 5 borkjerner

Tabell 3.2.2 viser lastfordelingskoeffisienter for AUT 03, feltforsøk slitelagsmasse, Hp 12: km 1.650 - 1.750, utlagt 04.07.95.

Tabell 3.2.2 Lastfordelingskoeffisienter, Eb 16 slitelag, etter 2 og 4 år.

Uttatt dato:	Bitumen %	Densitet	Hulrom %	Lastfordelingskoeffisient ¹⁾
29.08.97	5.6	2.32	5.8	1.94
23.08.99	5.1	2.35	5.7	2.04

1) Snitt av 5 borkjerner

På Rv 36 var det problemer med bitumen-finstoff-klumper (agglomer) i massen. Disse agglomerene oppsto i miksekammeret på blandeverket. Senere ble det bygget en ny mikse for å unngå agglomer. På Rv 36 kunne det observeres små feite partier i veibanen som et resultat av agglomerene. Borkjerner er tatt ut i disse partiene ved kommunegrensen mellom Bø og Seljord.

Tabell 3.2.3 Lastfordelingskoeffisienter, Eb 16 - slitelag feite partier, etter 4 år

Uttatt dato:	Bitumen %	Densitet	Hulrom %	Lastfordelingskoeffisient ¹⁾
23.08.99	5.4	2.41	4.2	1.9

1) Snitt av 3 borkjerner

Ved befarig 22.05.01, 6 år etter utlegging ligger dekket på feltene på Rv 36 der borkjernene er tatt ut, fortsatt bra uten tegn til bestandighetsskader eller unormal slitasje.

Tabell 3.2.4 Lastfordelingskoeffisienter, Rv 36, etter 8 år

Uttatt: 2003	Bitumen %	Densitet	Hulrom %	Lastfordelingskoeffisient ¹⁾
Hp 9, km 19,0	5.2	2.39	4.1	2.07
Hp 12, km 1,2	6.3	2.36	3.8	1.91
Hp 12, km 1,4	5.4	2.31	7.0	1.86
Hp 12, km 2,0	6.0	2.41	2.5	2.07
Hp 12, km 2,5	6.1	2.40	2.7	2.08

1) Snitt av 4 borkjerner

Rv 45

Fra Eb 16 dekke utlagt i 1996 ble det tatt ut borkjerner i 1997, se tabell 3.2.5.

Tabell 3.2.5 Lastfordelingskoeffisient etter 1 år

Uttatt dato:	Bitumen %	Densitet	Hulrom %	Lastfordelingskoeffisient ¹⁾
08.10.97	-	-	7.7	1.9

1) Snitt av 3 borkjerner

Rv 358

Tabell 3.2.6 Eb16, Hp01: 11.380 - 11.580, utlagt 30.07.97.

Uttatt dato:	Bitumen %	Densitet	Hulrom %	Lastfordelingskoeffisient ¹⁾
29.08.97	4.8	2.33	7.0	1.75
07.08.06	5.4	2.40	3.0	2.28
06.10.11	4,99	2,41	3,5	2,44
Sep 2015	-	2,37	4,7	2,44

1) 1997 og 2011: snitt av 3 kjerner. 2006 og 2015: snitt av 6 kjerner

Tabell 3.2.7 Eb 16 Km 9.490 – 9.505; Utlagt 02.07.97

Uttatt dato:	Bitumen %	Densitet	Hulrom %	Lastfordelingskoeffisient ¹⁾
21.09.98	4.99	-	5.2	1.97
07.08.06	4.72	2.36	5.3	2.52
06.10.11	5,04	2,41	3,2	2,29
Sep 2015	-	2,41	2,5	2,29

1) 1998 og 2011: snitt av 3 kjerner. 2006 og 2015: snitt av 6 kjerner

Tabell 3.2.8 Eb 16, Rv 358 ca. km.6.200.

Uttatt dato:	Bitumen %	Densitet	Hulrom %	Lastfordelingskoeffisient ¹⁾
07.08.06	5.59	2.36	4,5	2.27
06.10.11	5,42	2,39	2,9	2,18
Sep 2015	-	2,37	5,2	2,54

1) 2006 og 2015: snitt av 6 kjerner. 2011: snitt av 3 kjerner

I 1999 foretok Statens vegvesen Telemark en generell undersøkelse av alle parsellene i AUT, se tabell 3.2.9.

Tabell 3.2.9 Uttak av borkjerner på AUT-parseller i 1999

Parsell	Antall borkjerner	Lastfordelingskoeffisient (snittverdi)
Rv 36	8	1.98
Rv 38	8	2.16
Rv 45	8	2.09
Rv 358	16	1.99

Konklusjoner, bestemmelse av lastfordelingskoeffisient:

- Lastfordelende evne for kaldasfaltdekkene med utgangsbitumen B 370 (330/430) i AUT er lik a-verdi: 2,00 +/- 0,10. Dette resultatet samsvarer godt med normalverdien for lastfordelingskoeffisient på 2,0 for tett emulsjonsgrus i vegnormalene, håndbok N 200 (figur 510.9).
- Det er en tendens til at lastfordelende evne øker over tid på grunn av herding av bindemiddel i dekket.

Det er i konklusjonen lagt vekt på målinger foretatt på generelt AUT-dekke og sett bort fra resultater fra spesielle forsøksfelt.

3.3 Hulrom

Alle kaldasfaltdekker i AUT, med få unntak for spesielle forsøksfelt, er lagt med B 370 (330/430) som utgangsbitumen. Hulrom er målt ved analyse av borkjerner uttatt fra dekket.

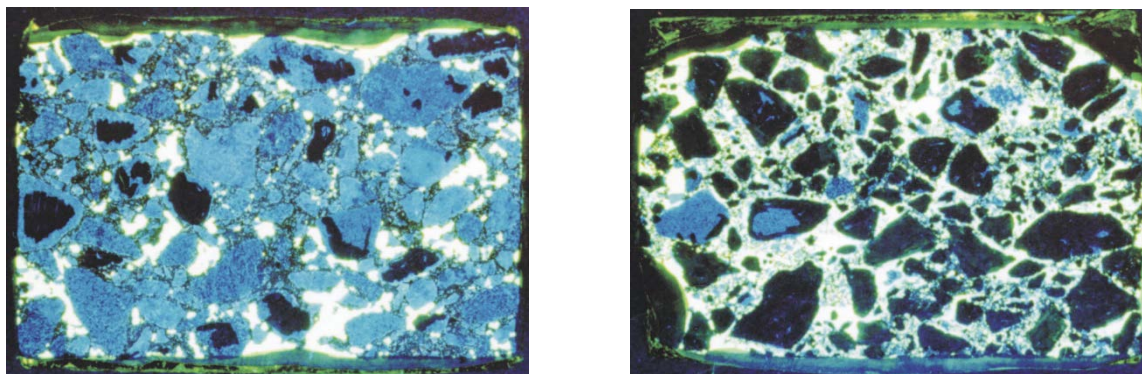
I AUT-prosjektet ble hulromstrukturen i varm- og kaldprodusert asfalt undersøkt. Sammensetningen av massen var identisk. Prøvelegemer ble laget ved hjelp av gyrotorisk kompaktor. Hulromsvolum og hulromsstruktur ble bestemt ved planslip analyse.

Bakgrunn for undersøkelsen var den visuelle forskjell på borkjerner fra varmasfalt og kaldasfalt. En varmasfaltkjerne med 10 % hulrom ser "markspist" ut, mens en kaldasfalt kjerne med 10 % hulrom ser tett ut.

Tabell 3.3.1 Analyse av planslip

Prøve	Varm asfalt		Kald asfalt	
	Varm A	Varm B	Kald A	Kald B
Prøveareal (cm ²)	44	44	39	43
Antall målepunkter	198	192	176	198
Antall luftporer	565	631	4 954	5 686
Snitt diameter, D _A (mm)	0.53	0.34	0.22	0.22
Snitt areal A (mm ²)	0,57	0,25	0,09	0,09
Snitt formfaktor F ^{*)}	42	43	33	35
Total hulrom (%)	7.7	3.8	12.5	12.6
Antall luftporer / totalt hulrom	73	166	396	451

*) Formfaktor: 100 indikerer rund form på porene og 0 indikerer flat form.

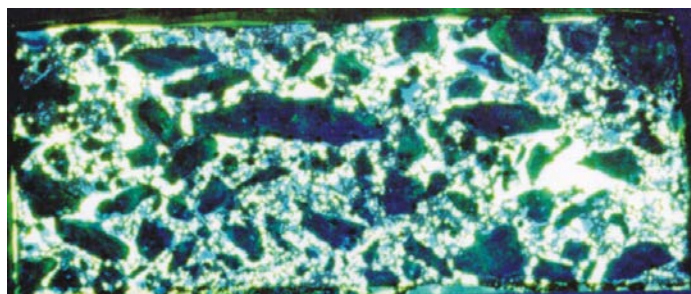


Figur 3.3.1 Planslipanalyse av varmasfalt med 7,7% hulrom (venstre) og kaldasfalt med 12,5% hulrom (høyre). Lyse partier er hulrom.

Kaldasfalt har langt flere med mindre luftporer enn varmasfalt. Tilgangen på vann blir derfor forskjellig for de to dekketyperne. En borkjerne fra kaldasfaltdekke ble også analysert.

Tabell 3.3.2 Analyse av planslip borkjerne

Antall luftporer	Snitt diameter D_A (mm)	Snitt area A (mm ²)	Snitt formfaktor F	Totalt hulrom (%)	Antall luftporer / totalt hulrom
887	0.4	0.29	38	11.3	78



Figur 3.3.2 planslipanalyse borkjerne fra kaldasfaltdekke.

Kjerner for planslip ble tatt ut på Rv 358, Gautefall, fra et dekke lagt 02.07.97.

Rv 36

AUT 01, Feltforsøk Eg 16 bærelagsmasse, Hp 09: km 19.634 - 19.734, utlagt 13.06.95. Forsøksfeltet ble lagt ut i en tykkelse på over 20 cm. Borkjerner tatt ut 23.08.99 gav følgende resultat:

Tabell 3.3.3 Borkjerner Eg 16

	Bitumen % ¹⁾	Densitet ¹⁾	Hulrom snitt veiing luft/vann ¹⁾	Hulrom min – max ¹⁾
Topp	4.2	2.35	6.9	6,3 - 7,8
Midt	4.3	2.29	9.0	7,8 - 9,5
Bunn	4.1	2.28	9.9	9,5 - 10,1

1) snitt av 5 borkjerner

Tabell 3.3.4 viser hulrom fra forsøksfelt AUT 03.

Tabell 3.3.4 Slitelag Eb 16, utlagt 04.07.95.

Borkjerner uttatt	Bitumen % ¹⁾	Densitet ¹⁾	Hulrom snitt veiging luft/vann ¹⁾	Hulrom min – max ¹⁾
xx.xx.95		2.26	6.0	
29.08.97	5.6	2.32	5.8	3,3 - 8,6
23.08.99	5.1	2.49	5.7	5,1 - 6,4

1) snitt av 5 borkjerner

På Rv 36 var det problemer med bitumen-finstoff-klumper (agglomer) i massen. Disse agglomerene oppstod i miksekammeret på blandeverket. Senere ble det bygget en ny mikse for å unngå agglomer. På Rv 36 kunne det observeres små feite partier i veibanen som et resultat av agglomerene. Borkjerner er tatt ut i disse partiene ved kommunegrensen mellom Bø og Seljord.

Dekket er utlagt mellom 13.06 og 04.07 i 1995. Borkjerner er uttatt 23.08.99.

Tabell 3.3.5 Fra Eb 16, borkjerner tatt ut i "feite" flekker

Borkjerner uttatt	Bitumen % ¹⁾	Densitet ¹⁾	Hulrom snitt veiging luft/vann ¹⁾	Hulrom min – max ¹⁾
23.08.99	5.4	2.41	4.2	2,6 - 5,2
23.08.99	5.1	2.49	5.7	5,1 - 6,4

1) snitt av 3 borkjerner

Tabell 3.3.6 Borkjerner fra Rv 36 uttatt 2003

Borkjerner uttatt	Bitumen % ¹⁾	Densitet ¹⁾	Hulrom snitt veiging luft/vann ¹⁾	Hulrom min – max ¹⁾
Hp 9, km 19,0	5.2	2.39	4,1	2,8 - 6,4
Hp 12, km 1,2	6.3	2,36	3.8	3,5 - 4,1
Hp 12, km 1,4	5.4	2,31	7.0	5,4 – 8,7
Hp 12, km 2,0	6,0	2.40	2.5	1,0 – 4,0
Hp 12, km 2,5	6.1	2.39	2.7	0,8 – 4,7

1) snitt av 4 borkjerner

Rv 45

Tabell 3.3.7 Fra dekke Eb 16, utlagt i 1996 ble det tatt ut borkjerner i 1997

Uttatt dato:	Bitumen %	Densitet	Hulrom % veiging luft/vann ¹⁾	Hulrom % Skyvelærsmåling ¹⁾
08.10.97	-	-	7.7	12.5

1) snitt av 3 borkjerner

Rv 358



Fotografi uttak av borkjerner Rv 358 en måned etter utlegging.

Tabell 3.3.8 Eb16, Rv 358 Hp01: 11.380 - 11.580, utlagt 30.07.97.

Uttatt dato:	Bitumen % ¹⁾	Densitet ¹⁾	Hulrom % veiging luft/vann ¹⁾
29.08.97	4.8	2.33	7.0
07.08.06	5.4	2.40	3.0
06.10.11	5.0	2.41	3.5
Sep 2015	-	2.37	4.7

1) snitt av 3 eller 6 borkjerner

Tabell 3.3.9 Eb 16 Rv 358 Km 9.490 – 9.505; Utlagt 02.07.97.

Uttatt dato:	Bitumen % ¹⁾	Densitet ¹⁾	Hulrom % veiging luft/vann ¹⁾	Hulrom % Skyvelærsmåling ¹⁾
31.07.97	5.00	2.36	5.1	7.2
21.09.98	4.99	-	5.2	5.5
07.08.06	4.72	2.35	5.3	-
06.10.11	5,0	2.41	3,2	-
Sep 2015	-	2,41	2,5	

1) Snitt av 3 eller 6 borkjerner

Tabell 3.3.10 Eb 16, Rv 358 Km 2.850; Utlagt 1996.

Uttatt dato:	Bitumen % ¹⁾	Densitet ¹⁾	Hulrom % veiging luft/vann ¹⁾	Hulrom % Skyvelærsmåling ¹⁾
31.07.97	5.1	2.34	5.9	8.3

1) Snitt av 3 borkjerner

Tabell 3.3.11 Eb 16 dekke utlagt 02.07.97.

Uttatt dato:	Bitumen % ¹⁾	Densitet ¹⁾	Hulrom % veiging luft/vann ¹⁾	Hulrom % Skyvelærsmåling ¹⁾
31.07.97	5.39	2.36	5.0	7.3
29.08.97	5.61	-	4.5	5.7
02.10.97	5.83	-	3.9	4.8

1) Snitt av 2 borkjerner

Tabell 3.3.12 Eb 16, Rv 358 ca.km.6.200.

Uttatt dato:	Bitumen % ¹⁾	Densitet ¹⁾	Hulrom % veiging luft/vann ¹⁾
07.08.06	5.6	2.36	3.7
06.10.11	5.4	2.39	2.9
Sep 2015	-	2.37	5.2

1) Snitt av 6 borkjerner

I 1999 foretok Statens vegvesen en generell undersøkelse av alle parsellene i AUT, med følgende resultat:

Tabell 3.3.13 Uttak av borkjerner på AUT-parseller i 1999

Parsell	Antall borkjerner	Hulrom % Hydrostatisk overflatetørr
Rv 36	8	5.0
Rv 38	8	5.0
Rv 45	8	7.4
Rv 358	16	8.1

Konklusjon hulrom på borkjerner.

AUT-dekker; tett emulsjonsbetong, viser hulrom i området 5,0 - 10,0 %. Ut fra visuell vurdering av kvaliteten på dekkene er det ikke mulig å registrere forskjell mellom 5 og 10 % hulrom. På grunn av at massen inneholder vann når den kompakteres er det vanskelig å oppnå hulrom under 5 %. Hulrom høyere enn 10 % antas å kunne gi redusert levetid på grunn av at fuktighet trenger inn i dekket.

I AUT-prosjektet ble hulrommet i emulsjonsmasse undersøkt og sammenliknet med varmmasse ved hjelp av planslipanalyser ved Vejteknisk Institut i Roskilde. Undersøkelsene viser at hulrommet i emulsjonsdekker består av mange små luftlommer, mens hulrommet i varmasfaltdekker består av færre og større luftlommer. Resultatet samsvarer med hva som visuelt kan observeres på borkjerner. En borkjerne med omkring 10% hulrom fra et emulsjonsdekke i AUT ser helt tett ut, mens det i en borkjerne fra et varmasfaltdekke med tilsvarende hulrom vil være synlige luftlommer og kjernen vil se "markspist" ut. Hulrommet i kaldasfalt og varmasfalt er forskjellig og er sannsynligvis årsak til ulike egenskaper hos kald og varm asfalt.

3.4 Bestandighet

Med bestandighetsskader menes i denne rapporten skader som følge av "oppløsning" av massen i motsetning til fysiske skader pga. snøbrøyting, svikt i underlag, telesprekker, etc.

Ved befarings i mai 2001 ble det registrert få skader på AUT-dekkene på Rv 36, Rv 38, Rv 45 og Rv 358. Noen forsøksfelt har gått i oppløsning. Forsøksfeltene er spesielt merket (AUT-01, osv.). På disse feltene er det utført forsøk med stor risiko for feilslag da nye og tidligere uprøvde resepter og teknikker er testet. De fleste forsøksfeltene er lagt over med varmasfalt ved befarings i 2015.

Etter hvert ble bestandighetsskader fremtredende på noen partier på Rv 45 og Rv 358. Noen av disse viste tegn på skader i form av «rufsete partier» etter få år, men de har aldri raknet fullstendig. Noen av disse partiene har sett «rufsete» ut i mange år, men ligger fortsatt i 2015.

Rv36

Dekket ble lagt i 1995. Det ble reasfaltert i 2004 for at strekningen Bø – Seljord skulle få en helhetlig dekkestandard. Det var ikke tegn til bestandighetsskader på kaldasfaltdekket. Dekket hadde ved reasfaltering ikke overskredet vedlikeholdsstandard med hensyn til jevnhet på langs eller tvers (spor). Det var på grunn av bitumen-finstoff ansamlinger ved produksjon en del feite flekker på dekket som ga et visuelt inntrykk av inhomogent dekke.

Rv 38

Parsellen Tønsberg-Liosvingen, lagt 1995, ligger i 2011 fint etter 16 år uten tegn på bestandighetsskader. Ved befarings i 2015 ligger dekket fortsatt overraskende godt, selv om det er antydning til steinslipp enkelte steder.



Rv 38 lagt 1995, fotografert 17.08.2011

Rv 45

Ved ordinær produksjon er det et parti tilsvarende én dags produksjon som har bestandighetsskader, Rv 45, Hp 01, km 2.767 - 3.300. Her har massen på grunn av teknisk svikt fått et bitumeninnhold på 3,4 %, istedenfor, som tilsiktet, 5,0 %. Dekket har ligget fra 1996 og hadde ved befaring våren 2001 betydelige skader, og ble reasfaltert samme år.

Ved befaring i 2011 er kaldasfaltdekket på strekningen Høydalsmo – Eidsborg av varierende kvalitet. Enkelte partier er «rufsete» med steinslipp. Det har lenge vært tegn til bestandighetsskader på Rv 45. De beste partiene ligger nærmest Eidsborg.



Rv 45, fotografert 2002

Rv 358

Ved befaring 22.05.01 ligger dekket på Rv 358 meget godt uten tegn på bestandighetsskader eller unormal slitasje. Ved befaring 29.09.08 ligger dekket på Rv 358 fortsatt relativt god, men det er enkelte tegn til skader på grunn av setninger og telehiv, samt enkelte partier med noe steinslipp.



Rv 358 lagt 1996, fotografert 29.09.2008 ved Tømmeråsen



Rv 358 lagt 1996, fotografert 11.09.2015

I 2011 er forholdene ikke vesentlig endret fra 2008. Et parti ved ca. km 3.250 går i oppløsning. Ved befaring i 2015 ligger dekket godt på lenge partier, mens andre partier har tydelige tegn på bestandighetskader.

3.5 Skumbitumendekker

Det er utført to parseller med skumbitumenmasse som slitelag og en parsell med kombinasjonen skumbitumen-emulsjon. Skumbitumen-emulsjonsmasse er en masse der det er tilsatt skummet stivt bitumen, for eksempel B 180, og emulsjon med mykt bitumen, for eksempel MB 15.000, for å oppnå en bearbeidbar masse med forholdsvis stivt bindemiddel. Forsøkene med skumbitumenmasse er beskrevet i Statens vegvesens intern rapport nr 1982 og nr 2011.

Skumbitumendekkene ble utlagt i 1996 og 1997. Disse dekkene lå godt den første tiden etter utlegging, men bestandighetsskader er registrert ved befaring i mai 2001. Disse strekningene er senere lagt over da de raknet fullstendig. Først forsøket på Rv 358 og etter flere år også forsøket på Rv 45.

Rv 45

Tabell 3.5.1. AUT 06, Feltforsøk Skumbitumendekke. Lagt 26.06.96. Borkjerner uttatt 08.10.97.

Bitumentype	Bitumen % ¹⁾	Densitet	Hulrom % ¹⁾	Lastfordelingskoeffisient ¹⁾
B 370	4.76	-	5.3	1.93
21.09.98	5.82	-	3.4	1.67

1) Snitt av 3 borkjerner

Rv 358

Tabell 3.5.2. AUT 10, Feltforsøk Skumbitumendekke. Lagt 07.08.97.

Uttatt dato:	Bitumen % ¹⁾	Densitet	Hulrom % ¹⁾	Lastfordelingskoeffisient ¹⁾
02.10.97	5.91	-	5.5	2.03
21.09.98	5.32	-	5.7	2.02

1) Snitt av 3 borkjerner

Tabell 3.5.3. AUT 11, Feltforsøk Skumbitumen-emulsjonsmasse. Lagt 08.08.97.

Uttatt dato:	Bitumen % ¹⁾	Densitet	Hulrom % ¹⁾	Lastfordelingskoeffisient ¹⁾
02.10.97	4.12	-	11.2	1.38

1) Snitt av 4 borkjerner

Forsøksfelt AUT 11 gikk i oppløsning i løpet av første vinter og er tidligere lagt over med varm asfalt. En årsak kan være at det totale bitumeninnholdet ble mindre enn forutsatt grunnet tekniske problemer ved produksjonen. Forsøksfelt AUT 10 viste i mai 2001 tegn på bestandighetsskader i form av punktvis unormal slitasje som gir "hull" i dekket. Det er benyttet bindemiddel B 370 (330/430).

Ved feltforsøk AUT 06 på Rv 45 er det benyttet bindemiddel B 370 (330/430) og MB 10.000 (V 10.000). Det er på feltet der det er benyttet MB 10.000 (V 10.000) det først ble registrert bestandighetsskader. Feltet der det er benyttet B 370 (330/430) ligger fint i 2001. Ved befaring 2011 er dekkene i oppløsning. I 2015 er hele forsøksfeltet lagt over med varm asfalt.

Tabell 3.5.4. Bindemiddelstivhet i borkjerner uttatt etter 5 år (lagt 26.06.96)

Prøve merket	Dato uttak	Penetrasjon 25°C mm/10	Viskositet 60°C Ns/m ²	Viskositet 60°C mm/s ²	Bitumen %
Sg 11, B 370	30.08.01	263	40	-	6.00
Sg 11, MB 10.000	30.08.01	-	-	19.660	4.77



Rv 45. Forsøk med skumgrus 1996, fotografert 17.08.2011

4. Oppfølging av tilstand på slitelag i ettertid

4.1 Spor og jevnhet

Spor og jevnhet måles årlig på hele riks- og fylkesvegnettet i Telemark. Alle kjørefelt måles.

Målingene blir utført automatisk ved bruk av målebjelke (spor) og lasersensor (jevnhet), montert på en målebil. De målte verdiene bearbeides, og resultatene legges inn NVDB (Norsk VegDataBank) for bruk i blant annet i vegvesenet's planleggingsprogram (PMS).

I tabellen nedenfor er det gitt diverse opplysninger om strekningene. Til orientering gjelder rapport vedlikeholdsstandard kun for riksveger, men er anbefalt brukt også for fylkesveger.

Strekning nr.	Strekning	Lengde (m)	ÅDT (2015)	Leggeår	Vedlikeholdsstandard	
					Spor (mm)	Jevnhet (IRI)
1	Rv 36 Sanda bru - Vefall	5080	4200	1995	25 mm	5,0
2	Fv (Rv 38) Dalen-Liosvingen	3872	450	1995	25 mm	6,0
3	Fv (Rv) 45 Høydalsmo-Dalen	9967	850	1996	25 mm	6,0
4	Fv (Rv 358) Bostrak-Gautefall, 1	4135	800	1996	25 mm	6,0
5	Fv (Rv 358) Bostrak-Gautefall, 2	10276	800	1997	25 mm	6,0

Resultatene fra spor- og jevnhetsmålingene er vist i tabellene nedenfor.

Strekning nr.	Strekning	Spor (mm, 90 %-verdi)		Jevnhet (IRI, 90 %-verdi)		Funksjonstid Spor/jevnhet
		Leggeår	2003	Leggeår	2003	
1	Rv 36 Sanda bru - Vefall	6,0	12,0	3,5	4,7	10 år

Strekning nr.	Strekning	Spor (mm, 90 %-verdi)		Jevnhet (IRI, 90 %-verdi)		Funksjonstid Spor/jevnhet
		Leggeår	2015	Leggeår	2015	
2	Fv (Rv 38) Dalen-Liosvingen	6,5	13,7	4,6	4,9	> 25 år
3	Fv (Rv) 45 Høydalsmo-Dalen	5,5	10,9	4,7	5,2	> 25 år
4	Fv (Rv 358) Bostrak-Gautefall, 1	5,0	12,9	5,8	5,1	> 25 år
5	Fv (Rv 358) Bostrak-Gautefall, 2	6,0	14,5	3,4	4,8	> 25 år

Som en ser av resultatene er målingen av jevnhet i leggeåret for strekning 4, Fv (Rv 358) Bostrak-Gautefall, 1, unormalt høy og vi forutsetter at det må være noe feil ved måleresultatene.

En av strekningene ble asfaltert over i 2004 (Rv 36 Sanda bru-Vefall) ut i fra Statens vegvesen sitt ønske om å ha en enhetlig standard på vegen over en lengre strekning. Vedlikeholdsstandarden på forsøksstrekningen var ikke overskredet når nytt dekke ble lagt.

Som vi ser av resultatene når det gjelder spor og jevnhet oppnår vi lange levetider (funksjonstider) på dekkene. Det er ingen av dagens slitedekker som har overskrevet anbefalt vedlikeholdsstandard i 2015 når det gjelder verken spor eller jevnhet.

Selv om ikke vedlikeholdsstandarden er overskredet på noen av strekningene er det flere strekninger hvor deler av strekningen er i ferd med å gå i oppløsning.

4.2 Tilstandsregistrering - skader

Det er utført jevnlig skaderegistrering på alle AUT-dekkene. Skaderegistreringen er utført i henhold til håndbok V261 (tidligere håndbok 193) «Skadekatalog for bituminøse vegdekker». Skadekatalogen er utarbeidet for å være et hjelpemiddel ved registrering av vegdekkeskader. I tillegg til skadetype er det også angitt alvorlighetsgrad for skadene (Lett, Middels og Høy).

4.2.1 Rv 36 Sanda bru - Vefall

Det ble lagt nytt asfaltdekke på denne strekningen i 2004 selv om ikke vedlikeholdsstandarden var overskredet. På partier av strekningen var det registrert en del svetteing. Det er også registrert en del agglomer, klumper bestående av finstoff og bindemiddel, langs hele parsellen. Selv om man fikk disse klumpene under produksjon har de ikke hatt betydning dekkets funksjonstid, noe som indikerer at det er tilstrekkelig med bindemiddel også der hvor det ikke er agglomer.

Hovedgrunnen til at denne strekningen ble reasfaltert i 2004 før vedlikeholdsstandarden ble overskredet var at det var en del kantsig på strekningen samt at man ikke ønsket å ha standardsprang på strekningen mellom Bø og Seljord på Rv 36. Både før og etter AUT-strekningen var standarden så dårlig at den «måtte» asfalteres og man valgte da også å asfaltere AUT-strekningen i mellom.



Rv 36 fotografert 2002

4.2.2 Fv (Rv 38) Dalen - Liosvingen

Strekningen har lite skader og en tilstandsvurdering i 2015 tilsier at dekket blir liggende flere år til før det blir reasfaltert. Rv 38 Dalen-Liosvingen er den AUT-strekningen som hadde beste standard i 2015. Dette kan også ha andre årsaker enn kvalitet på produksjon og utlegging i 1995. Den viktigste årsaken er sannsynligvis at hele strekningen god bæreevne.

Det er ikke foretatt verken flatelapping eller lapping av hull på forsøksstrekningen (bortsett fra 1 kantsig på 3-4 m).

I starten av parsellen er det i 2011 asfaltert over som skyldes endringer veglinje ved etablering av gang-/sykkelveg langs strekningen. I tillegg er det 2 bruer som asfaltert over, km 1.880-1.990 og 3.490-3.550. Det var ikke skader i slitelaget som forårsaket reasfaltering på noen av disse bruene.

Det er registrert enkelte partier med steinslipp samt partier med både langs- og tverrgående sprekker. Det er også registrert en del ujevnheter på parsellen som har vært der helt fra parsellen var nylagt. Det er ikke registrert vesentlig forverring av de nevnte skader på parsellen de siste årene. Derfor betyr det at strekningen sannsynligvis har flere år igjen før den blir asfaltert. Det er også på denne strekningen registrert noen agglomer som ikke har noen betydning funksjonstiden på dekket.



Fv 38 fotografert i 2011



Fv 38 fotografert i 2015

4.2.3 Fv (Rv 45) Høydalsmo – Dalen

Det er partvis mye steinslipp på parsellen. I ett parti på 533 m av parsellen, Hp 01 km 2.767-3.300, gikk dekket tidlig i oppløsning. Dette skyldes at det var brukt for lite bindemiddel under produksjon av massen (3.4 % mens tilsiktet i resept var 5.0 +/- 0.3 %).

I tillegg er det asfaltert over på km 3.3-3.9 og km 5.6-7.1 (en liten del av strekningen er ikke asfaltert over). Det er partivis asfaltert i hele vegens bredde pga. mye steinslipp.

Det ble registrert steinslipp allerede få år etter at dekket ble lagt på forholdsvis stor del av parsellen. På bakgrunn av dette forventet en at hele strekningen ville gå raskt i oppløsning og erstattes med et nytt asfaltdekke. Dette skjedde ikke og strekningen har ligget helt fram til 2015 uten at store partier er asfaltert. Det har selvfølgelig sammenheng med forholdsvis liten trafikk (ÅDT 850).

I utgangspunktet (ved utlegging) var forsøksstrekningen ca. 10.0 km. Hvis en ser bort fra det som er asfaltert er steinslipphet størst i begynnelsen av strekningen og minkende på slutten av strekningen. En mer detaljert oversikt viser at:

- Km 3.3-8.0 generelt mye steinslipp, mange partier som er i ferd med å gå i oppløsning, forholdsvis mye lapping
- Km 8.8-11.0 partivis mye steinslipp, vesentlig færre partier enn mellom km 3.3 og 8.0, en del lapping
- Km 11.0-13.3 få partier med steinslipp, ingen lapping

Når det gjelder andre skader er det registrert en del både store og små sprekker langs hele strekningen. Noen av de største sprekke skyldes manglende bæreevne langs strekningen. Det var helt fra dekket var nylagt registrert at dekket var noe ujevnt selv om resultatene fra målebilen ikke ga unormalt høye verdier. Det er også registrert en del mekaniske skader som sannsynligvis skyldes er forårsaket av brøytebil.

I stigningene på parsellen har det blitt «vaskebrett» uten at det ble hull i dekket. Dette skyldes problemer i forbindelse med utlegging ved at man ikke klarte å få utleggeren til å gå med jevn hastighet. Det er også registrert «svetting» og agglomerer på parsellen, men i lite omfang.



Fv 45, fotografert 2011



Fv 45, fotografert 2015

4.2.4 Fv (Rv 358) Bostrak – Gautefall, lagt 1996

Det er partvis mye steinslipp på parsellen, spesielt i stigninger og på skyggefulle partier hvor dekket har vært utsatt for en del fuktighet som har tørket seint opp.

Men det er samtidig lange strekninger hvor det ikke er steinslipp. De partiene med steinslipp har stort behov for asfalt.

Det er foretatt flatelapping og lapping av hull på korte partier hvor dekket har gått i oppløsning. Flatelappingen er kun utført i hjulsporene.

Når det gjelder andre skader er det partvis registrert en del sprekker og krakeleringer langs hele strekningen som primært skyldes partvis manglende bæreevne på parsellen.

4.2.5 Fv (Rv 358) Bostrak – Gautefall, lagt i 1997

På de fleste av forsøksstrekningene i AUT var det etablert egne forsøksfelt hvor man «skulle prøve» ut forskjellige ideer, noen vellykket andre mindre vellykket. På fv (Rv) 358 Bostrak-Gautefall var det lagt et forsøksfelt (AUT 11, km 13.100-13.658) som gikk i oppløsning umiddelbart etter legging og ble erstattet med nytt varmt dekke (Agb11) samme året.

Når det gjelder andre skader er det registrert en del både store og små sprekker langs hele strekningen. Dette skyldes i hovedsak manglende bæreevne. Det var helt fra dekket var nylagt registrert at dekket var noe ujevnt selv om resultatene fra målebilen ikke ga unormalt høye verdier.

Det er partvis mye steinslipp på parsellen.

Fra km 4.3 til 10.0 er det kun få korte partier hvor det er steinslipp. Det er ikke flatelappet eller foretatt lapping av hull på denne strekningen. Hvis en ser bort fra ujevnheter som primært skyldes manglende bæreevne vil denne parsellen kunne ligge flere år før den blir reasfaltert.

Fra km 10.0 til 16.0 (slutt) er det vesentlig mer steinslipp. Der er det flatelappet i hjulsporene på en del korte strekninger samt at det foretatt en del lapping av hull.



Fv 358 fotografert 2015

5 Konklusjoner / erfaringer fra AUT - 2015

Hovedkonklusjonen er at det på lavtrafikkvegnettet kan forventes like lang funksjonstid på kaldproduserte asfaltdekker som for tradisjonelle varmproduserte asfaltdekker (Agb).

Hvis man sammenligner tilstanden ved utlegging og tilstandsutviklingen fram til nytt dekke legges på utlagte AUT-dekker med tradisjonell varme dekker (Agb), vil konklusjonen for det lavtrafikkerte vegnettet være:

- AUT-dekkene er noe mer ujevne umiddelbart etter utlegging
- Kaldasfalt dekkene oppnår lik levetid (funksjonstid) som for tradisjonelle varme dekketyper (Agb)
- Det er manglende bestandigheten (steinslipp) som er årsak til reasfaltering. På flere av strekningene har man få år etter utlegging sett tendenser til steinslipp, men dette har ikke økt vesentlig fra år til år. Konklusjonen kunne nok ha blitt annerledes hvis vegen hadde hatt vesentlig mer trafikk.
- Erfaringen tyder på valgt bindemiddel (330/430) har god langtidsvirkning.
- AUT-dekker er noe mer sårbar ved utlegging under dårlig værforhold (regn og/eller utlegging ved lave lufttemperaturer)
- En videre utvikling av AUT-konseptet ville sannsynligvis ha ført til at man kunne ha eliminerte de fleste/alle problemene man hadde med AUT-dekkene sammenlignet med tradisjonelle varme dekketyper (Agb).



Statens vegvesen
Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Pb. 8142 DEP 0033 OSLO
Tlf:
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen