



# Asfaltfuger

Etatsprogrammet Varige konstruksjoner 2012-2015

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 549



Foto: Gaute Nordbotten



**Tittel**

Asfaltfuger

**Undertittel****Forfatter**

Gaute Nordbotten

**Avdeling**

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

**Seksjon**

Tunnel og betong

**Prosjektnummer**

603242

**Rapportnummer**

Nr. 549

**Prosjektleder**

Synnøve A. Myren / Bård Pedersen

**Godkjent av**

Bård Pedersen

**Emneord**

Varige konstruksjoner, tilstandsutvikling bruer, asfaltfuger

**Sammendrag**

Statens vegvesen legger ned betydelige ressurser på vedlikehold av asfaltfuger, og fugene ser ikke ut til å fungere spesielt bra i sin nåværende form. En bredt sammensatt gruppe har derfor sett på problemet. Andre fugetyper og forbedrede asfaltfuger er vurdert, og det er tatt materialprøver av bindemiddel i fugene. To fugetyper bør følges spesielt opp framover. Dette er et vinnerkonsept fra en konkurranse om asfaltfuger i Nederland og en fuge av to polyuretantskler med en gummiprofil mellom som region øst har vært med på å utvikle. Det anbefales at asfaltfuger ikke prosjekteres på nye bruer, og regelverket er nå tilpasset dette. Fugefrie løsninger har ikke behov for asfaltfuge da en sprekk i asfalten inn mot bruenden ikke vil få konsekvenser for brua eller tilhørende veg. For bruer med så stor lengde at de ikke kan være fugefrie, vil ikke en asfaltfuge ha kapasitet nok for å ta opp bevegelsen.

**Title**

Asphalt joints

**Subtitle****Author**

Gaute Nordbotten

**Department**

Traffic Safety, Environment and Technology Department

**Section**

Tunnel and concrete

**Project number**

603242

**Report number**

No. 549

**Project manager**

Synnøve A. Myren / Bård Pedersen

**Approved by**

Bård Pedersen

**Key words**

Durable structures, existing bridges, asphalt joints

**Summary**

The NPRA has placed considerable resources on maintenance of asphalt joints, and the joints do not seem to work particularly well in its present form. A broad-based group has therefore looked at the problem. Other joint types and improved asphalt joints are considered, and material samples of the binder in the joints has been collected. Two types of joints should be followed up particularly ahead. These are the winning concept from a competition for asphalt joints in the Netherlands and a joint made of two polyurethane joint nosing with a rubber profile in between developed involving the NPRA. Asphalt joints should not be considered when designing new bridges, and the regulations are now adapted to this. Jointless solutions do not need asphalt joint because a crack in the pavement into the bridge end will not affect the bridge or the adjacent road. For bridges of such length that they are in need of joints, an asphalt joint would not have the necessary capacity.

## Forord

Denne rapporten inngår i en serie rapporter fra **etatsprogrammet Varige konstruksjoner**. Programmet hører til under Trafikksikkerhet-, miljø- og teknologiavdelingen i Statens vegvesen, Vegdirektoratet, og foregår i perioden 2012-2015. Hensikten med programmet er å legge til rette for at riktige materialer og produkter brukes på riktig måte i Statens vegvesen sine konstruksjoner, med hovedvekt på bruer og tunneler.

Formålet med programmet er å bidra til mer forutsigbarhet i drift- og vedlikeholdsfasen for konstruksjonene. Dette vil igjen føre til lavere kostnader. Programmet vil også bidra til å øke bevisstheten og kunnskapen om materialer og løsninger, både i Statens vegvesen og i bransjen for øvrig.

For å realisere dette formålet skal programmet bidra til at aktuelle håndbøker i Statens vegvesen oppdateres med tanke på riktig bruk av materialer, sørge for økt kunnskap om miljøpåkjenninger og nedbrytningsmekanismer for bruer og tunneler, og gi konkrete forslag til valg av materialer og løsninger for bruer og tunneler.

Varige konstruksjoner består, i tillegg til et overordnet implementeringsprosjekt, av fire prosjekter:

- Prosjekt 1: Tilstandsutvikling bruer
- Prosjekt 2: Tilstandsutvikling tunneler
- Prosjekt 3: Fremtidens bruer
- Prosjekt 4: Fremtidens tunneler

Varige konstruksjoner ledes av Synnøve A. Myren. Mer informasjon om prosjektet finnes på [vegvesen.no/varigekonstruksjoner](http://vegvesen.no/varigekonstruksjoner)

Denne rapporten tilhører **Prosjekt 1: Tilstandsutvikling bruer** som ledes av Bård Pedersen. Prosjektet vil generere informasjon om tilstanden for bruer av betong, stål og tre, og gi økt forståelse for de bakenforliggende nedbrytningsmekanismene. Dette vil gi grunnlag for bedre levetidsvurderinger og reparasjonsmetoder. Innenfor områdene hvor det er nødvendig vil det etableres forbedrede rutiner og verktøy for tilstandskontroll- og analyse. Prosjektet vil også frembringe kunnskap om konstruktive konsekvenser av skader, samt konstruktive effekter av forsterkningstiltak. Prosjektet vil gi viktig input i forhold til design av material- og konstruksjonsløsninger for nyere bruer, og vil således ha leveranser av stor betydning til Prosjekt 3: Fremtidige bruer.

Rapporten er utarbeidet av *Gaute Nordbotten*, Statens vegvesen



## Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	3
2	Bakgrunn.....	3
3	Hensikt.....	3
4	Oppbygging av asfaltfuge .....	3
5	Typer av landkar og andre løsninger med asfaltfuge.....	5
5.1	Fugefri løsning .....	5
5.2	Endeskjørt festet i bruoverbygning og vingemur på landkar.....	6
5.3	Ordinært landkar fra før 1998 .....	6
5.4	Fuger i felt eller over søyle .....	6
5.5	Behov for tett fuge for å hindre vann på avveie.....	7
6	Erfaringer .....	7
6.1	Generelt.....	7
6.2	Skader .....	8
6.3	Trapping i asfalt .....	8
6.4	Fuge mellom betong og bærelag av asfalt .....	8
6.5	Geotekniske forhold .....	8
6.6	Asfaltfuger frarådes benyttet på nye bruer .....	9
7	Materialprøver .....	9
8	Prosjektet «Stille Duurzame Voegovergangen» i Nederland .....	10
9	Utpøring av alternative fuger til asfaltfuge.....	10
9.1	Generelt.....	10
9.2	Gummifuge.....	11
9.3	Fuge av to polyuretantskjer med en gummiprofil i mellom.....	11
10	Oppsummering .....	12
11	Referanser.....	13
12	Vedlegg.....	14

## Figurliste

Figur 1	Oppbygging av asfaltfuge (fra utgått håndbok 145 Brudekker – Fuktisolering og slitelag).....	3
Figur 2	Asfaltfuge med trapping og betongelement (fra rapporten Asfaltfuger på E18 i Vestfold) .....	4
Figur 3	Enkelt mykasfaltfuge (fra tegning K200).....	4
Figur 4	Asfaltfuge med bunnfylling/hamp (fra tegning K200).....	5
Figur 5	Fugefri løsning (foto: Gaute Nordbotten) .....	5

## Asfaltfuger

Figur 6 Endeskjørt festet i bruoverbygning og vingemur på landkar (fra bru nummer 07-0721).....	6
Figur 7 Ordinært landkar fra før 1998 (fra bru nummer 07-0710).....	6
Figur 8 Armeringskorrosjon som følge av kloridholdig vann fra lekkasje i fuge (foto: Gaute Nordbotten) .....	7
Figur 9 Typisk sprekk i asfaltfuge (foto fra Brutus) .....	8
Figur 10 Vinnefuga fra Nederland på plass i Telemark (foto: Gaute Nordbotten) .....	10
Figur 11 Gummifuge (foto: Gaute Nordbotten) .....	11
Figur 12 Olsenfuga (fra brosjyre) .....	11

## 1 Innledning

Gjennom årene har det blitt prosjektert og bygget en lang rekke asfaltfuger på norske bruer. I forbindelse med vegåpninger har asfaltfugene ofte fått mye skryt ettersom de har bedre kjørekomfort enn andre brufuger når de er helt nye.

Det har imidlertid vist seg at gleden over kjørekomforten har vært kortvarig. Mange asfaltfuger har vist seg å ha kort levetid og etter hvert ha dårlig kjørekomfort. Fugetypen fungerer gjennomgående dårlig, og behovet for å gjøre noe er stort.

Problemstillinger knyttet til andre brufuger er omtalt i rapporten *Mekaniske brufuger* [5], og rissanvisende fuger er ikke behandlet.

## 2 Bakgrunn

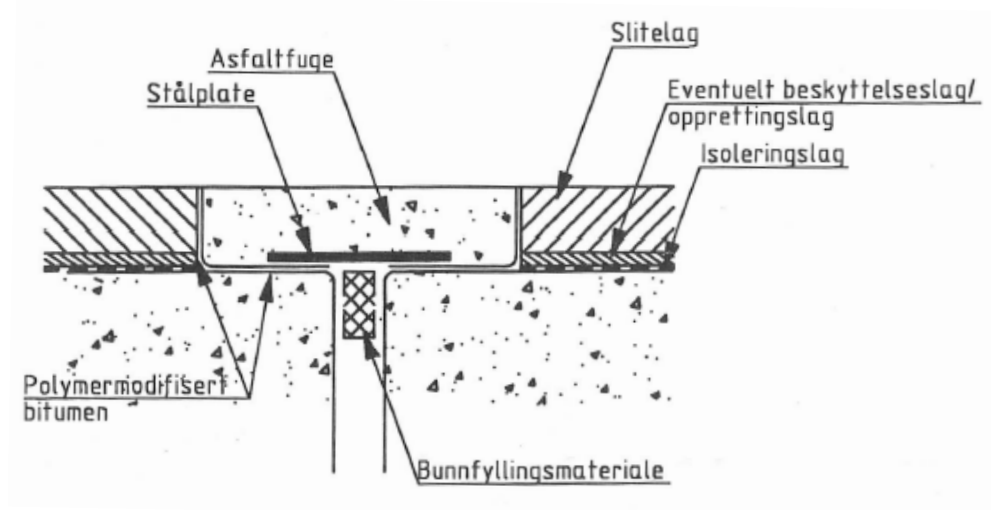
Etter forslag fra region sør ble det satt ned en bredt sammensatt gruppe i regi av Bruseksjonen i Vegdirektoratet for å se nærmere på problemstillingene rundt asfaltfugene. Ved oppstart av forsknings- og utviklingsprogrammet Varige konstruksjoner var det naturlig at arbeidet ble lagt inn i programmet.

## 3 Hensikt

Hensikten med arbeidet var å se om det var mulig å finne ut hvorfor asfaltfuger ikke fungerer, og komme fram til asfaltfugeløsninger som er mer varige og har mindre vedlikeholdsbehov enn dagens.

## 4 Oppbygging av asfaltfuge

I henhold til utgått *håndbok 145 Brudekker - Fuktisolering og slitelag* [4], kan asfaltfuge bygges opp som vist i figur 1.

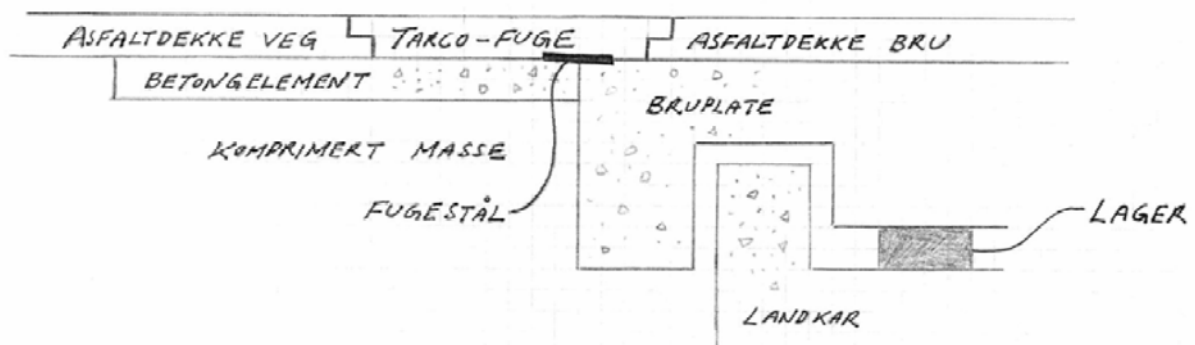


Figur 1 Oppbygging av asfaltfuge (fra utgått håndbok 145 Brudekker - Fuktisolering og slitelag [4])

## Asfaltfuger

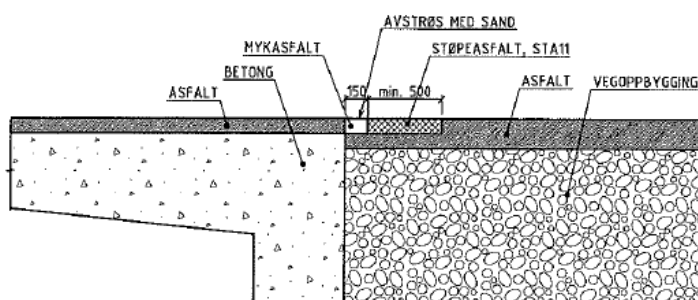
Det finnes også andre oppbygginger enn det som er vist i figur 1, blant annet med trapping tilpasset bind- og slitelag i hver ende. Noen av disse fugene har egne produktnavn. Der det er direkte overgang mellom bruende og bærelaget på tilstøtende veg, har ofte stålplate vært fjernet. Det har også vært forsøk med å legge inn en ekstra betongplate som opplegg på bærelaget. Løsningen er skissert i figur 2 og beskrevet i *håndbok R762 Prosesskode 2* versjon 2007 [2], prosess 87.172:

*Ved fugefri overgang til tilstøtende veg må det etableres tilstrekkelig stabil understøttelse for stålplate og god innfesting for asfaltfugen i massene inn mot bruende. Dette kan gjøres ved å støpe ei armert betongplate med spalt mot bruoverbygningen hvor overkant ligger plant med bruoverbygningen eller ved å legge et tykt lag asfalt som fundament for asfaltfugen. Videre er det helt avgjørende for overgangen at landkarfylling er godt komprimert slik at det ikke oppstår setninger. Ved fare for setninger i underlag bør ikke stålplate benyttes.*



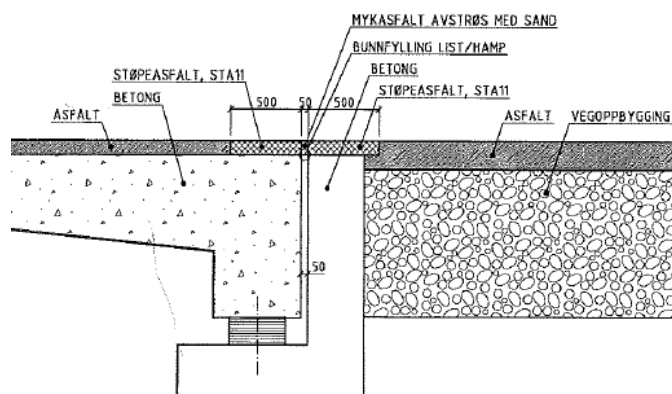
Figur 2 Asfaltfuge med trapping og betongelement (fra rapporten Asfaltfuger på E18 i Vestfold [7])

Region øst har også litt ulike typer oppbygging av asfaltfuge som vist på figur 3 og 4.



Figur 3 Enkel mykassfaltfuge (fra tegning K200 [9])





Figur 4 Asfaltfuge med bunnfylling/hamp (fra tegning K200 [9])

Selve fugematerialet er vanligvis en blanding av vasket og tørket stein og polymermodifisert bitumen. For ytterligere krav vises det til *håndbok R762 Prosesskode 2* versjon 2007 [2], prosess 87.172.

Andre typer asfaltfuger forekommer også.

## 5 Typer av landkar og andre løsninger med asfaltfuge

### 5.1 Fugefri løsning

Fugefri bru defineres i *håndbok N400 Bruprosjektering* [1]:

*«Fugefrie bruer karakteriseres ved at de er uten fugekonstruksjon, at bruoverbygningen avsluttes direkte mot vegfyllingen, og at belegningen føres kontinuerlig over bruenden. Endeskjørt/tverrbærer og eventuelle vingemurer er monolittisk forbundet med overbygningen.»*

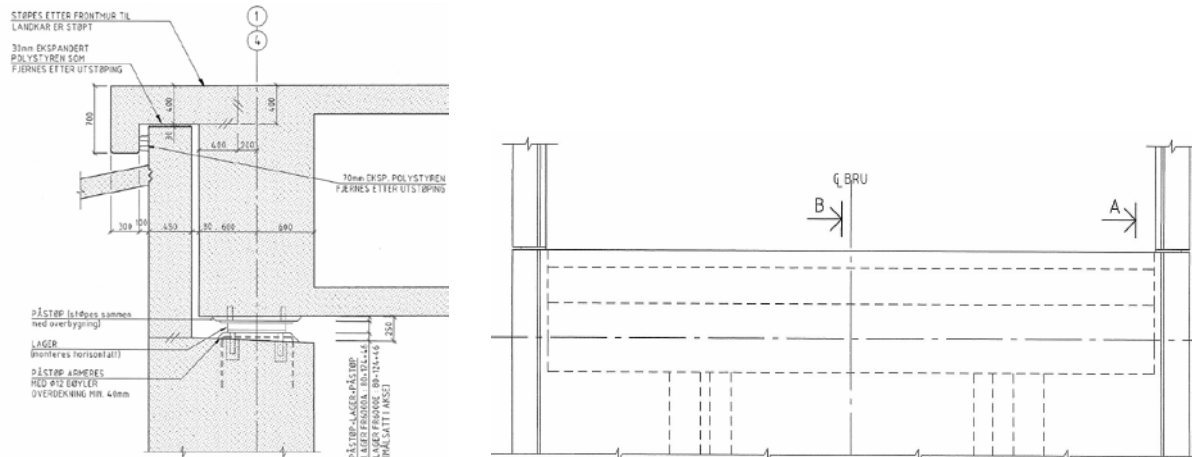
Selv om dagens krav er at det ikke skal være noen form for fuge, har det vært brukt asfaltfuger i overgangen mellom endeskjørt og vegens bærelag på fugefrie løsninger. Ytterligere beskrivelse av fugefrie bruer er omtalt i rapporten *Optimal lengde på fugefrie bruer* [6]. Fugefri bruende er vist i figur 5.



Figur 5 Fugefri løsning (foto: Gaute Nordbotten)

## 5.2 Endeskjørt festet i bruoverbygning og vingemur på landkar

Landkaret består av fundament, vingemurer og bakvegg, men til forskjell fra en helt ordinær landkarløsning er bruoverbygningen utstyrt med en utkrager og et endeskjørt som går over og ned på baksiden av bakveggen. Løsningen er vist i figur 6 der endeskjørtet har høyde 700 mm, utkrageren er 400 mm tykk og bakveggen er 450 mm tykk.

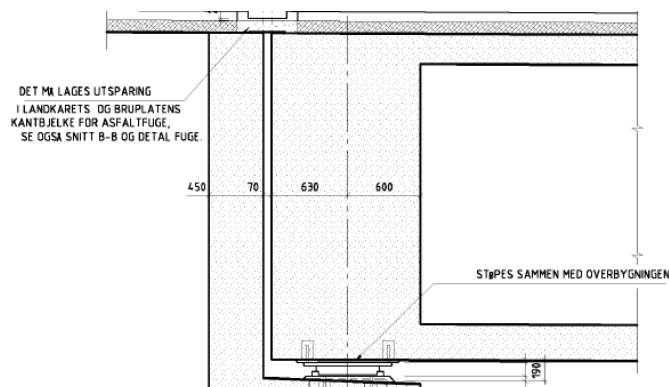


Figur 6 Endeskjørt festet i bruoverbygning og vingemur på landkar (fra bru nummer 07-0721)

Løsningen tillates ikke på nye bruer i dag.

## 5.3 Ordinært landkar fra før 1998

Asfaltfuger brukes også på bruer med ordinært landkar av typen som ble benyttet før 1998 det vil si før det kom krav om rom under fuge. Det forekommer sannsynligvis ikke kombinasjoner av landkar med rom under fuge og asfaltfuge. Landkarløsningen fra før 1998 er vist i figur 7.



Figur 7 Ordinært landkar fra før 1998 (fra bru nummer 07-0710)

## 5.4 Fuger i felt eller over søyle

Fuger kan også være plassert i felt eller over søyleleakse, se figur 8. De fleste slike løsninger vil også gi ikke-inspiserbare eksponerte flater. Løsningene er ikke tillatt i dag.

## 5.5 Behov for tett fuge for å hindre vann på avveie

Løsning med endeskjørt festet i bruoverbygning og vingemur på landkar som beskrevet i punkt 5.2, ordinært landkar som beskrevet i punkt 5.3 og fuger i felt eller over søyle beskrevet i punkt 5.4 vil gi overflatevann inn i ikke-impiserbare spalter dersom asfaltfuga lekker. Hvis vegen saltes eller brua ligger i værharde kyststrøk, vil det trenge kloridholdig avrenningsvann inn på flater som ikke kan impiseres, og der eventuelle skader er svært vanskelige å få gjort noe med. Sannsynligvis vil skadene få utvikle seg lenge og plutselig dukke opp som en forholdsvis stor skade. På Arteid bru som bærer E6 nord for Oslo over Gardermobanen og Hovedbanen inntraff dette, se figur 8. Arteid bru har fuge over søyle.



Figur 8 Armeringskorrosjon som følge av kloridholdig vann fra lekkasje i fuge (foto: Gaute Nordbotten)

En fugefri løsning som beskrevet i punkt 5.1 vil lede vannet via membraner og ut i vegfyllinga dersom det blir lekkasje i asfalten i overgangen mellom bru og veg. Vannmengden er så liten at dette ikke vil ha noe å si for vegfyllinga. Det er således ikke behov for asfaltfuge for fugefrie løsninger.

## 6 Erfaringer

### 6.1 Generelt

Asfaltfuger er generelt problematiske og krever langt mer vedlikehold enn ønskelig. Noen fuger holder flere år mens flere steder er det kontinuerlige reparasjoner med etterfylling og høvling av overflate. Noen steder må fugene fornyes flere ganger i året. Det optimale er at asfaltfuger har like lang levetid som slitelaget da det kan være naturlig å legge ny fuge samtidig som slitelaget fornyes. Slitelaget kan da freses bort uten å ta hensyn til fuga, det kan legges nytt slitelag kontinuerlig over fuga, og det kan freses ut for asfaltfuge etter at slitelaget er lagt.

Årsakene til at fugene ikke fungerer kan være at selve materialet ikke fungerer i fuge, at det er feil på materialet eller at utførelsen er feil.

## 6.2 Skader

Typiske skader på asfaltfuger er

- sprekk i fuga
- krakelering av fugematerialet
- fuga løsner fra tilstøtende asfalt
- fugematerial som forskyver seg og danner valker/buling enten i fuga, sidevegs eller i lengderetning

Figur 9 viser typisk sprekk i en asfaltfuge. Ved stillestående trafikk vil det bli dumper i fuga. På bruer der det ofte er kø vil således fugetypen ikke fungere. Det ser ut til å bli flere skader av type sprekker både i fuge og mot asfalt på de kaldeste vintrene.



Figur 9 Typisk sprekk i asfaltfuge (foto fra Brutus)

## 6.3 Trapping i asfalt

Det er sannsynlig at trappingen som vist på fuga i figur 2 vil være gunstig for å sikre heft mellom fugematerialet og tilstøtende asfalt. Trappingen må følge asfaltlagene ettersom annen trapping ikke er mulig på grunn av asfaltens egenskaper og måten den er lagt på. På en del bruer er det kun ett lag asfalt og ingen mulighet for trapping. Det virker lite gunstig å benytte asfaltfuge der det kun er et lag asfalt.

## 6.4 Fuge mellom betong og bærelag av asfalt

Det er overveiende sannsynlig at stålplate mellom bruoverbygning i betong og bærelag av asfalt ikke fungerer. Det er en hel del eksempler på at stålplata har vridd seg og kommer opp gjennom fuga. Rapporten *Asfaltfuger på E18 i Vestfold* [7] omtaler dette.

## 6.5 Geotekniske forhold

I enkelte tilfeller kan setninger i vegfyllinga inn mot bruene virke som et fugeproblem, og det er således viktig at ikke geotekniske problemstillinger får skylden for at fuger ikke fungerer. For å hindre setninger, må det som første punkt regnes med fullstendig avlastning,

og det må tas hensyn til krepsetninger. Mobilisering av fullt passivt jordtrykk (plastisk deformasjon) er bare en av flere parametere som kan medføre setninger inn mot bruene.

## 6.6 Asfaltfuger frarådes benyttet på nye bruer

Nye bruer i dag er enten landkarfrie, har fuger i en ende eller fuger i begge ender. Dette er i henhold til *håndbok N400 Bruprosjektering* [1], kapittel 3. For fugefrie bruer skal det ikke være fuger fordi det ikke er behov, se punkt 5.5 og rapporten *Optimal lengde på fugefrie bruer* [6]. For bruer med fuger, vil bevegelseskapasiteten for fuga blir så stor at det ikke vil være aktuelt med asfaltfuger. Det er krav til at antallet fuger minimeres, og da vil de korteste bruene med fuger kun ha fuger i ene enden mens den andre enden er fugefri og har fastpunkt.

Med bakgrunn i dette ble prosessen for asfaltfuger fjernet fra prosess 87 Belegning og utstyr i *håndbok R762 Prosesskode 2* [3] i 2015. Prosessen er nå kun med i prosess 88 Inspeksjon, drift og vedlikehold.

Gjennom kontroll og godkjenningsordningen for bruer ble prosjekteringen av asfaltfuger på nye bruer i praksis fjernet allerede for flere år siden. Dette gikk helt smertefritt og uten særlig diskusjon. Hele prosjekteringsmiljøet så nok at fugetyperen ikke fungerte.

## 7 Materialprøver

Det er tatt bindemiddelprøver av fire ulike fugematerialer. Det er testet konuspen, mykningspunkt, kohesjon og elastisk tilbakegang. Resultatet av bindemiddelprøvene er innenfor de kravene som er stilt, og resultatene er vedlagt rapporten.

Det er ikke gjort prøver av egenskaper hos bindemiddelet i kulde, for eksempel ved  $-20^{\circ}\text{C}$  (strekkprøve eller bruddpunkt etter Fraass). For en av fugetyperne ble det ikke tatt prøver av bindemiddelet da massen ikke hadde blitt flytende nok med den varmen som var tilført. Begge forholdene skyltes begrensninger hos tilgjengelig laboratorium. Ettersom kalde vintre kan se ut til å være negative for asfaltfuger, se punkt 6.2, burde prøver av bindemiddel i kulde vært utført.

Det kan også stilles spørsmål til om kravene til de materialegenskapene som er testet burde vært stilt annerledes eller vært strengere ettersom fugene ikke fungerer som de skal. Det er imidlertid mange andre faktorer enn selve materialet som vil innvirke på fugas funksjon.

Ved legging av asfaltfuger bør det etterspørres materialprøver av bindemiddelet slik at det kan fastslås hvorvidt bindemiddelet oppfyller de kravene som er satt. Viser det seg at fugene fortsatt ikke fungerer, bør kravene vurderes på nytt og eventuelt omformuleres eller skjerpes.

I Danmark er det gjort en del materialprøver. Disse er gjengitt i rapporten *Stenfylde fuger* [10].

## 8 Prosjektet «Stille Duurzame Voegovergangen» i Nederland

På grunn av at Nederland er et tett befolket land med mange veger, er politikken å ha «silent roads» – stille veger, og asfaltfuger benyttes derfor i stor grad på bruene. Levetiden på asfaltfugene har vært langt mindre enn levetiden på asfalten (10 år). Dette har medført store trafikkhindringene med påfølgende vedlikeholdskostnader. Rijkswaterstaat (Nederlands svar på Statens vegvesen) lyste derfor ut en konkurranse der entreprenører kom med sine forslag til utforming av asfaltfuger som både var «stille» og med lenger levetid.

Konkurransen ble utført på følgende måte

- innlevering av idéer
- utvelgelse blant idéene
- elementmetodeberegninger
- ny utvelgelse
- prøving av fuger i bevegelsessimulator
- fullskalaforsøk over to år

De fire fugene som kom med i fullskalaforsøket, viste tilfredsstillende resultat med hensyn til holdbarhet og lydnivå. Nederland ligger i en annen klimasone enn Norge, men fugene er testet i kuldekammer i Sveits, dog ikke i fullskala. Konkurransen er omtalt i rapporten *Stille duurzame voegovergangen, resultaten van de prijsvraag* [11].

Vinnerfuga fra det Nederlandske prosjektet prøves for tiden i Norge, se figur 10, men den har vært for kort tid i bruk til å kunne si noe sikkert om hvor bra den fungerer. Det er innlagt geonett i fuga.



Figur 10 Vinnefuga fra Nederland på plass i Telemark (foto: Gaute Nordbotten)

## 9 Utprøving av alternative fuger til asfaltfuge

### 9.1 Generelt

Asfaltfuger som byttes ut med ordinære brufuger som for eksempel fingerfuger er ikke omtalt. Det vises til rapporten *Mekaniske brufuger* [5].



## 9.2 Gummifuge

I Buskerud ble det gjort diverse forsøk med fuge bygd opp av sprøytet gummi istedenfor steinfylt polymermodifisert bitumen. Ved første forsøk var oppbyggingen som vist i figur 1, men da holdt ikke forbindelsen mellom gummi og tilstøtende asfalt. Det ble forsøkt med fortanning som vist i figur 2, men med samme resultat. Fastholding med u-profiler i stål ble også forsøkt som vist i figur 11, men heller ikke det fungerte. Gummi viste seg å være for stiv og dermed kreve for stor last for sammentrykking og utvidelse. Fugetypen ble derfor lagt død selv om initiativet var godt.



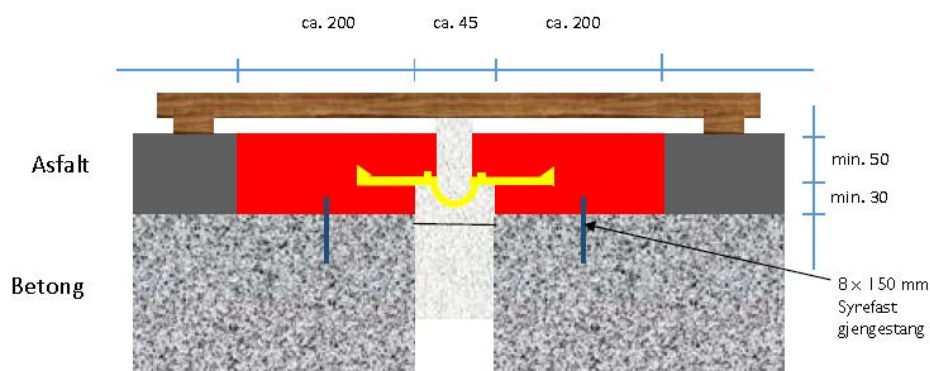
Figur 11 Gummifuge (foto: Gaute Nordbotten)

## 9.3 Fuge av to polyuretantskler med en gummiprofil i mellom

Region øst har i samarbeid med Fjerby AS utviklet en fuge av to polyuretantskler med en gummiprofil i mellom. Fuga er beskrevet i brosjyren *Olsenfuga brufugesystem* [12]. Ifølge brosjyren skal fuga

- være et alternativ til asfaltfuger
- kunne ta opp en bevegelse på  $\pm 15$  mm
- kunne monteres/støpes i kuldegrader

Støpemassen består av en fleksibel polyuretanmasse som er fylt med 3 – 5 mm spesialstein for maksimal motstand for slitasje fra piggdekk. Fuga er vist i figur 12.



Figur 12 Olsenfuga (fra brosjyre)

## Asfaltfuger

Fuga er lagt på

- gamle Minnesundbrua våren 2013
- bru over E6 Alnabru høsten 2014
- bru gamle E6 Eidsvoll verk februar 2015
- skråstagbru over E18 Sandvika mai 2015 (støpt med Conbextra UW og 3-5 mm spesialstein)

Det er per mars 2016 ikke konstatert skader på fugene.

## 10 Oppsummering

Aktiviteten har ikke kommet fram til noen god og varig løsning på problemet asfaltfuger, men aktiviteten har medført at det ikke prosjekteres asfaltfuger på nye bruer. Dette er implementert i *håndbok N400 Bruprosjektering* [1] og *R762 Prosesskode 2* [3].

Det foregår også to interessante prosjekter omtalt i punkt 9 som bør følges opp videre. Det vil i all overskuelig framtid være behov for en «asfaltfugetype» på en lang rekke eksisterende bruer for å hindre vann på avveie.



## 11 Referanser

1. Statens vegvesen: *Håndbok N400 Bruprosjektering*, 2015
2. Statens vegvesen: *Håndbok R762 Prosesskode 2*, 2007
3. Statens vegvesen: *Håndbok R762 Prosesskode 2*, 2015
4. Statens vegvesen: *Håndbok 145 Brudekker – Fuktisolering og slitelag*, 1997
5. Statens vegvesen: Rapport nummer 400 *Mekaniske brufuger*, 2015
6. Statens vegvesen: Rapport nummer 548 *Optimal lengde av fugefrie bruer*, 2016
7. Statens vegvesen: Rapport *Asfaltfuger på E18 i Vestfold*, 2009
8. Statens vegvesen: *Møtereferater fra møter i Asfaltfugegruppa*, sveisnummer 2011/042686.
9. Statens vegvesen: *Tegning K200 Generelt bruvedlikehold Akershus og Oslo, asfaltfuger*, arbeidstegning 2009-11-01
10. Vejdirektoratet, Vejteknisk Institut: Eksternt notat 17 Stenfylde fuger, 2003
11. Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Milieu: *Stille duurzame voegovergangen, Resultaten van de prijsvraag*, 2012
12. Fjerby: *Olsenfuge brufugesystem*, brosjyre, 2016

Asfaltfuger

## **12 Vedlegg**

Resultater fra prøvetaking



## Statens vegvesen

### Følg brev til testrapporter for fugemasser fra region sør.

Testrapport fm 11-101 Bitulastic

Testrapport fm 11-102 Thomra BJ Super EX Prismo Batch L310138 010510

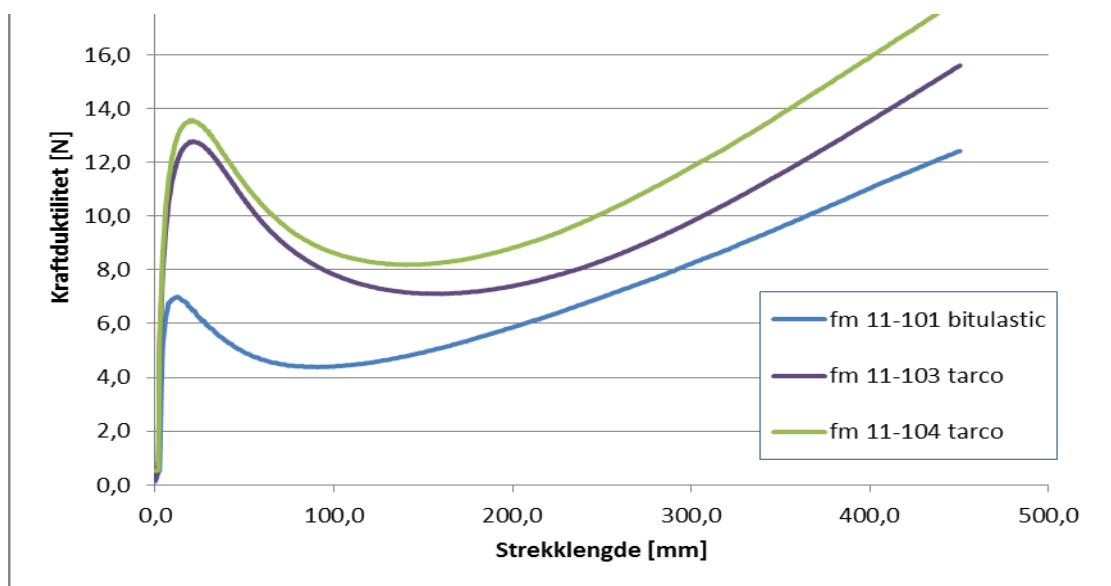
Testrapport fm 11-103 Tarco fugemasse

Testrapport fm 11-104 Tarco fugemasse Heggelund II uttaksdato 121011

I mangel av utstyr tilpasset prosedyren i NS-EN 13880-6 Varmpåførte fuger. Metode for tillaging av prøver, ble prøven i stedet behandlet på samme måte som vanlig pmb, men med utvidet oppvarmingstid. Det henvises til den enkelte testrapport for nærmere informasjon for hvordan prøvene ble preparert.

Det er ikke mottatt informasjon om krav til testverdiene, ei heller produktspesifikasjon for de testede fugemasse-bindemidlene. Målte verdier er oppsummert i tabellen nedenfor. Kraftkurve er gitt i figur 1.

	Konuspen [1/10 mm]	Mykningspkt [°C]	Kohesjon målt ved kraftduktilitet [J/cm <sup>2</sup> ]	Elastisk tilbakegang [%]
Fm 11-101 bitulastic	113	85,5	1,666±0,005	87
fm 11-102 Tjorma- joint BJ Super EX	Testresultater ble ikke oppnådd, da oppvarmingen ikke gav tilstrekkelig flytende masse til støping av testprøver.			
Fm 11-103 Tarco fugemasse	60	85,5	2,00 ± 0,05	89
Fm 11-104 Tarco Heggeland II	61	88,5	2,39 ± 0,06	89



Figur 1. Kraft som funksjon av strekklengde, framkommet ved testing i henhold til NS-EN13589, ved 10 °C, for de tre testede fugemassene, samt et eksempel på en pmb med testresultater på omtrent samme nivå som fugemassene.



## Statens vegvesen

Dersom testresultatene sammenlignes, ser man at bitulastic-en er mykere enn de to prøvene av Tarco fugemasse. Dette vises både på målt verdi for konuspenetrasjon (målt ved 25°C), og man kan se det på høyden på den første toppen på kraftkurven, gitt i figuren under (målt ved 10°C).

Når det gjelder vurdering av resultater fra kraftduktilitet, så er det slik at den første toppen er et uttrykk for hvor stivt bindemiddelet er ved testtemperaturen, mens arealet under kraftkurven i området fra 200-400 mm (strekklengde) gir grunnlag for beregning av deformasjonsenergi og derav kohesjonsenergi<sup>i</sup>. Teorien bak metoden er at arealet under kurven i fase 2, som kommer etter den første toppen, domineres av effekten fra polymernetverket. Det vi har sett for en del andre pmb-er testet for kohesjon, er at stivheten også påvirker kohesjonsverdien. Forutsatt at det er et polymernetverk til stede, vil kohesjonsverdien øke når stivheten på bindemiddelet økes, uten at polymernetverket er forandret. Kohesjonsverdien er altså ikke et uavhengig mål på styrken i polymernetverket, men påvirkes også av stivheten på basisbitumenet. Man bør derfor være forsiktig med å tolke kohesjonsresultatene dit hen at en prøve med lavere kohesjonsverdi nødvendigvis har et svakere polymernetverk enn en prøve med høyere kohesjonsverdi.

Deformasjonsmotstanden ved 10°C er lavere for bitulastic enn den er for tarco fugemasse. Dersom dette hadde skyldtes kun at basisbindemiddelet i bitulasticen er mykere enn basisbindemiddelet i tarco fugemasse, burde den elastiske tilbakegangen vært større for bitulasticen enn den er for tarco fugemassen. Dette fordi et mykt bindemiddel lettere lar seg føre tilbake til opprinnelig form etter strekkpåvirkning. Dette er imidlertid ikke tilfelle. Det kan derfor være grunn til å tro at bitulasticen, i tillegg til at basisbindemiddel er mykere, også har et noe svakere polymernetverk enn tarco fugemassen. Når det er snakk om fare for lavtemperatursprekker, er det en fordel jo mykere basisbindemiddelet er.

De to prøvene av tarco fugemasse, er to prøver tatt fra to forskjellige produksjoner av samme type fugemasse. Til tross for at målt verdi for både mykningspunkt og kohesjon ligger noe høyere for fm 11-104 enn for fm 11-103, er størrelsen på forskjellene imidlertid ikke signifikante for noen av testresultatene.

Når det gjelder målte verdier for mykningspunkt og for elastisk tilbakegang, så er det ikke signifikant forskjell mellom målte verdier for noen av de tre prøvene.

---

Wenche Hovin

Trondheim, 16/1-11

---

<sup>i</sup> ”BitVal, Analysis of Available Data for Validation of Bitumen Tests”, Report Phase 1 of the BitVal Project, (ukjent årstall).



## Statens vegvesen

### Testrapport bituminøst bindemiddel

#### Opplysninger om oppdraget:

Labprøvenr:	fm 11-101	
Materialtype:		Bitulastic
Merking på spann:	Bitulastic NCC	
Oppdragsgiver:	Torbjørn Jørgensen, Arnulf G. Olsen	
Rapportering:	Torbjørn.Jørgensen@vegvesen.no	
Filnavn:	Testrapport fm 11-101 Bitulastic.pdf	

#### Testresultater:

Testmetode	Standard	Enhet	Målt verdi	Produkt spesifikasjon	
				Min verdi	Maks verdi
Konuspenetrasjon Ved 25°C, 5 sek, 150g	NS-EN 13880-2	1/10 mm	<b>113</b>		
Mykningspunkt	NS-EN 1427	°C	<b>85,5</b>		
Kohesjon, kraftsuktilitet Ved 10°C	NS-EN 13589 og NS-EN 13703	J/cm <sup>2</sup>	<b>1,661 ± 0,005</b>		
Elastisk tilbakegang ved 10°C	NS-EN 13398	%	<b>87</b>		

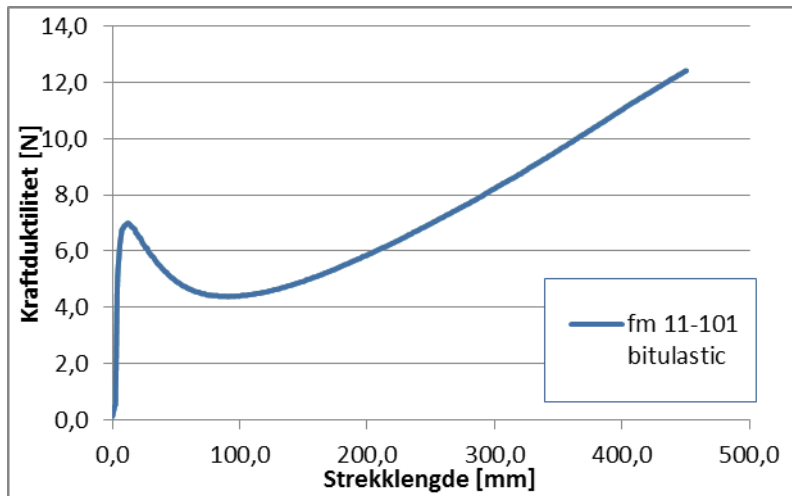
#### Kommentar:

Materialet ble gjort flytende ved oppvarming i varmeskap ved 180°C i 2 timer (i henhold til prøvepreparering av polymermodifisert bitumen).

Kraftkurven fra kohesjonsforsøket er vist i figuren under.



## Statens vegvesen



Figur fm 11-101.1 Kraft som funksjon av strekkelengde, framkommet ved testing i henhold til NS-EN13589, ved 10 °C.

Wenche Hovin

Trondheim, 2/12-11

**Testrapport bituminøst bindemiddel****Opplysninger om oppdraget:**

Labprøvenr:	fm 11-103
Materialtype:	Tarco fugemasse
Merking av prøve:	Innkomet materiale bestod av fugemasse i 2 rektangulære pappesker på ca 20 kg hver. Eskene var umerket.
Oppdragsgiver:	Torbjørn Jørgensen, Arnulf G. Olsen
Rapportering:	Torbjørn.Jørgensen@vegvesen.no
Filnavn:	Testrapport fm 11-103 Tarco fugemasse.pdf

**Testresultater:**

Testmetode	Standard	Enhet	Målt verdi	Produkt spesifikasjon/krav	
				Min verdi	Maks verdi
Konuspenetrasjon Ved 25°C, 5 sek, 100g	NS-EN 1426	1/10 mm	<b>60</b>		
Mykningspunkt	NS-EN 1427	°C	<b>85,5</b>		-
Kohesjon, kraftduktilitet Ved 10°C	NS-EN 13589 og NS-EN 13703	J/cm <sup>2</sup>	<b>2,00 ± 0,05</b>		-
Elastisk tilbakegang ved 10°C	NS-EN 13398	%	<b>89</b>		-

**Kommentar:**

Det er ikke mottatt informasjon vedrørende krav til fugemassen eller produktspesifikasjon for produktet.

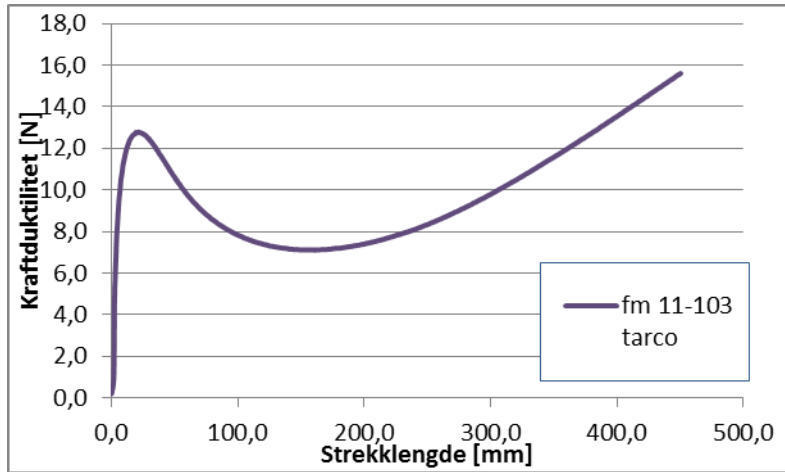
Prøven ble varmet i varmeskap ved 200°C i 2 timer. Homogenisert med mekanisk røreverk i omtrent 5 minutter. Varmet på nytt i 35 minutter, for å sikre høy nok temperatur ved støping av prøver. Denne prosedyren skiller seg fra beskrivelsen i NS-EN 13880-6 Metode for tillaging av prøver, men prøven så ut til å være tilstrekkelig smeltet og homogen til støping i testformer, og testresultatene viser jevne paralleller.

Dersom denne fugemassen ikke ble tilstrekkelig smeltet og homogenisert ved den metoden som ble benyttet her, betyr dette at de virkelige verdiene for mykningspunkt, deformasjonsenergi og elastisk tilbakegang kan være enda bedre enn de testverdiene som framkom i denne testen.

Kraftkurven fra kohesjonsforsøket er vist i figuren under.



## Statens vegvesen



Figur fm 11-103.1 Kraft som funksjon av strekk lengde, framkommet ved testing i henhold til NS-EN13589, ved 10 °C.

Wenche Hovin

Trondheim, /-12





## Testrapport bituminøst bindemiddel

### Opplysninger om oppdraget:

Labprøvenr:	fm 11-104
Materialtype:	Tarco fugemasse
Merking av prøve:	Tarco fugemasse. Heggeland II 12.10.11
Uttaksdato:	12.10.11
Oppdragsgiver:	Torbjørn Jørgensen, Terje Mathiassen
Rapportering:	Torbjørn.Jørgensen@vegvesen.no
Filnavn:	Testrapport fm 11-104 Tarco fugemasse Heggeland II uttaksdato 121011.pdf

### Testresultater:

Testmetode	Standard	Enhet	Målt verdi	Produkt spesifikasjon/krav	
				Min verdi	Maks verdi
Konuspenetrasjon Ved 25°C, 5 sek, 100g	NS-EN 1426	1/10 mm	<b>61</b>		
Mykningspunkt	NS-EN 1427	°C	<b>88,5</b>		-
Kohesjon, kraftduktilitet Ved 10°C	NS-EN 13589 og NS-EN 13703	J/cm <sup>2</sup>	<b>2,39 ± 0,06</b>		-
Elastisk tilbakegang ved 10°C	NS-EN 13398	%	<b>89</b>		-

### Kommentar:

Det er ikke mottatt informasjon vedrørende krav til fugemassen eller produktspesifikasjon for produktet.

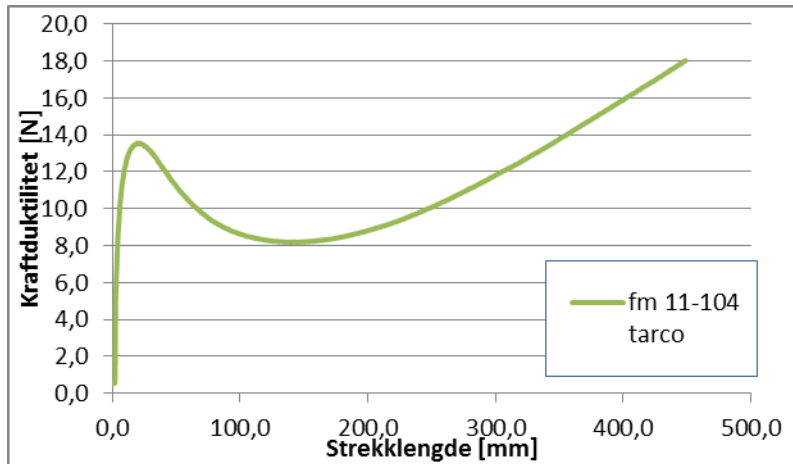
Prøven ble varmet i varmeskap ved 200°C i 2 timer. Homogenisert med mekanisk røreverk i omtrent 5 minutter. Varmet på nytt i 15 minutter, for å sikre høy nok temperatur ved støping av prøver. Denne prosedyren skiller seg fra beskrivelsen i NS-EN 13880-6 Metode for tillaging av prøver, men prøven så ut til å være tilstrekkelig smeltet og homogen til støping i testformer, og testresultatene viser jevne paralleller.

Dersom denne fugemassen ikke ble tilstrekkelig smeltet og homogenisert ved den metoden som ble benyttet her, betyr dette at de virkelige verdiene for mykningspunkt, deformasjonsenergi og elastisk tilbakegang er enda bedre enn de testverdiene som framkom i denne testen.

Kraftkurven fra kohesjonsforsøket er vist i figuren under.



## Statens vegvesen



Figur fm 11-104.1 Kraft som funksjon av strekklengde, framkommet ved testing i henhold til NS-EN13589, ved 10 °C.

Wenche Hovin

Trondheim, 16/1-12





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

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

**Trygt fram sammen**