



Belegninger



Gjenbruk

**Rapport fra årsmøte for utvalg Belegninger
Kristiansund, Norge 5.-7. juni 2011**

Samensatt og redigert av:

Jostein Aksnes, Norge

Tittel:

Gjenbruk, rapport fra årsmøte 2011 for utvalg
Belegninger

Serie:

NVF-rapporter, nr. 5/2011

ISSN nr.:

0347-2485

NVF-rapporter ligger på NVF's hjemmeside
www.nvfnorden.org

Forord

Utvalget for Belegninger i NVF, Nordisk Veiforum, har i 2010/2011 arbeidet med hovedtemaet «Gjenbruk i belegninger». I rapporten presenteres det arbeidet som er utført av de enkelte lands avdelinger, samt resultat av gruppearbeid på årsmøte i Kristiansund. Etter årsmøtet er det bestemt å lage en folder for presentasjon av «Gjenbruk av asfalt» som skal være ferdig til Via Nordica i Reykjavik 2012.

Asfalt er et byggemateriale som kan gjenbrukes 100 %. Det er viktig å utnytte de muligheter returasfalt har som råvare i nye belegninger og få til systemer som sikrer god utnyttelse av denne ressursen. Gjennom det arbeidet utvalget har gjort håper vi å bidra til en bedre ressursutnyttelse og mindre belastning på miljøet gjennom redusert klimagassutslipp.

Hovedtema «Gjenbruk i belegninger» ligger innenfor det strategiske tema miljø i virksomhetsplanen for 2008-2012.

Rapporten er utarbeidet av Jostein Aksnes.

Oslo, januar 2012

Roar Telle

Formann i det norske belegningsutvalget

Sammendrag

Hovedemne for utvalg Belegninger har i 2011 vært "Gjenbruk i belegninger". Temaet er meget aktuelt i alle de nordiske land, og føyer seg inn i rekken av miljørelaterte hovedemner som utvalg Belegninger har hatt i inneværende NVF periode.

Frem mot årsmøtet utarbeidet hvert land en statusrapport om hovedemnet. Rapportene omhandler i hovedsak tema knyttet til gjenbruk av asfalt.

Gjenbruksasfalt er en verdifull ressurs som kan gjenbrukes på en rekke ulike måter. Statusrapportene viser at de mest vanlige gjenbruksmetoder i de nordiske landene er:

- Varm gjenbruk i asfaltfabrikk
- Varm gjenbruk på veg (Remix, Remix Plus, Repave)
- In situ stabilisering av bærelag med tilsetning av skumbitumen eller emulsjon
- Ubunden bruk i bærelag eller som slitelag på grusveg

Rapportene gir en god oversikt fra de enkelte land om omfang av asfaltgjenbruk samt tekniske og kvalitetsmessige erfaringer med de ulike metodene. De gir også noen eksempler på hvordan miljøbestemmelser og regelverk enten kan oppmuntre til eller være til hinder for gjenbruk.

På årsmøtet ble ulike tema relatert til hovedemnet presentert. Disse er også med i rapporten.

Årets FoU-konkurranse hadde deltakere fra alle land unntatt Færøyene. Seieren gikk denne gangen til Markus Simonen fra Finland som presenterte sin masteroppgave med tittel "Properties and Utilization of Biofluxed Bitumens in Stockpiled Soft Asphalt Mixtures".

Årets tekniske utflukt var en guidet rundtur med buss gjennom flott kystlandskap på Nordmøre. Vi kjørte over Krifast og gjennom Freifjord-tunnelen før turen gikk videre til Atlanterhavsveien med innlagt foredrag og lunsj på Håholmen. Derfra gikk turen over Averøya og gjennom Atlanterhavstunnelen tilbake til Kristiansund.

Årsmøtet 2011 i Kristiansund samlet 42 medlemmer og 20 ledsagere.

Summary

The main subject for the Nordic Road Association (NVF), Technical Committee "Road Pavements" has in 2011 been "Recycling in Pavements". The subject is of current interest in all the Nordic countries, and joins the rank of environmental related topics of the committee during the present NVF four year period.

Prior to the annual meeting, each country prepared a national status report about the main subject. The national reports mainly deal with topics associated to recycling of bituminous pavements.

Recycled asphalt is a valuable resource that can be reused in a variety of ways. The status reports show that the most common recycling methods in the Nordic countries are:

- Hot recycling in asphalt plant
- Hot recycling on the road (Remix, Remix Plus, Repave)
- In situ stabilization of base course with the addition of foamed or emulsified bitumen
- Unbound use in base course or as wearing course on gravel roads

The status reports provide a good overview of the extent of asphalt recycling in the Nordic countries. They also present some technical and quality related experiences connected to the different recycling methods, and show examples of how national environmental rules and regulations can either encourage or prevent recycling of asphalt.

At the 2011 annual meeting several presentations related to the main subject were given. These presentations are also included in the report.

This year's R&D competition gathered participants from all countries except from the Faroe Islands. The winner was Markus Simonen from Finland who presented his masters-thesis entitled "Properties and Utilization of Biofluxed Bitumens in Stockpiled Soft Asphalt Mixtures".

The technical excursion was a guided round tour by bus through the beautiful coastal scenery of Nordmøre. We drove over Krifast and through the Freifjord tunnel before we went on to the Atlanterhavsveien. At Håholmen we had lunch and got an interesting historic presentation before heading back to Kristiansund via Averøy and the Atlanterhavstunnelen.

A total of 42 NVF-members and 20 accompanying persons took part in the 2011 annual meeting in Kristiansund.



BELEGNINGER

HOVEDEMNE 2011

GJENBRUK

RAPPORT FRA NORGE



INNHold

1. Innledning.....	3
2. Erfaringer med anvendelse av gjenbruksasfalt i vegbygging	3
2.1 E6 Melhus, Sør-trøndelag	3
2.2 E6 Gardermoen, Biri	4
2.3 Trondheim kommune	4
2.4 Region øst: Fv 166, Fv 252, Fv 275.....	4
2.5 Forsøksveien Fornebu.....	5
2.6 Diverse	5
2.7 Oppsummering	5
3. Krav til gjenbruk av asfaltgranulat fra gamle asfaltdekker.....	5
3.1 Gjenbruk i bære- og forsterkningslag	5
3.2 Gjenbruk i dekke	7
4. Hvordan forskjellig gjenbruksmaterialer påvirker belegningskvaliteten	12
4.1 Glass som tilslagsmateriale.....	12
4.2 Bunnaske som tilslagsmateriale	14
5. Hvordan forskjellige gjenbruksmaterialer påvirker miljøet på kort og lang sikt.....	15
5.1 Gjenbruksprosjektet	15
5.2 KFA, litteraturstudie om avrenning	16
6. Økonomi ved gjenbruk	17
Referanseliste.....	20

1. INNLEDNING

Gjenbruk og gjenvinning av ressurser vil spare naturen for uttak av nye råvarer, samt redusere avfallsmengden. Norske myndigheter ønsker derfor å legge til rette for bruk av resirkulerte materialer i vegbygging.

KFA-ordningen

I Stortingsmelding nr. 8 1999-2000 var målsetningen at minst 75 % av alt avfall skal gjenvinnes. For å imøtekomme dette satte asfaltbransjen som sitt mål at innen 2005 skal minst 80 % av asfalt som blir fjernet gjenbrukes. Kontrollordningen for asfaltgjenvinning, KFA, ble etablert i 2001 for å følge opp at målet ble nådd. Dette året ble det registrert at 95 % av frest/oppgravd asfalt ble gjenbrukt til ulike formål. I 2002 var andelen økt til 105 %. I tillegg viste det seg bl.a. at andelen varm gjenbruk var lav.

Gjenbruksprosjektet

Gjenbruksprosjektet ble gjennomført i regi av Statens vegvesen i perioden 2002-2005. Prosjektets overordnede mål var å tilrettelegge for gjenbruk i vegbygging. Prosjektet fungerte som en samordning og videreføring av flere mindre prosjekter og dannet en felles ramme for andre aktiviteter innen gjenvinning avfallshåndtering og ombruk. Mye av den kunnskap vi har i dag om gjenbruk av materialer som asfalt, betong, bildekk og skumglass bygger på arbeid som ble gjennomført i Gjenbruksprosjektet.

2. ERFARINGER MED ANVENDELSE AV GJENBRUKSASFALT I VEGBYGGING

I 2009 var samlet anvendelse av returasfalt i Norge på 763.016 tonn (årsrapport fra KFA for 2009). Mengde kald gjenbruk på vei var 89.501 tonn mens varm gjenvinning i verk var i 2009 på rundt 95.200 tonn. Ubundet gjenbruk av asfalt var 449.327 tonn. Innrapportert gjenvinning på vei var på 108.061 tonn.

Vi har i dette kapittelet valgt å se på noen utvalgte prosjekt hvor det er brukt knust asfalt - Ak, asfaltgranulat i ubunden form.

2.1 E6 MELHUS, SØR-TRØNDELAG

Frest og knust asfalt ble brukt til forkiling og avretting av nedre bærelag, som besto av pukk. Det ble benyttet frest asfalt fra den gamle vegen og knusing av asfaltflak fra andre steder i distriktet. Teoretisk tykkelse var 3cm. Man kan anta at mye av massen vil forsvinne i pukklaget, så det må tas med ved vurdering av mengde som trengs. Gjenbruksasfalten ble lagt ut med veghøvel. Det ble brukt rikelig med vann for å oppnå god komprimering og ble komprimert av gummihjulene på anleggsmaskinene på stedet.

Metoden har mange fordeler: Ekstra styrke da det gir god kontakt mellom det nedre bærelag og de asfalterte lag, øker lastfordelingskoeffisienten for nedre bærelag, beskytter nedre bærelag i anleggsperioden, gir et godt anleggsdekke og reduserer støvet.

2.2 E6 GARDERMOEN, BIRI

Det gamle asfaltdekket ble revet og transportert til mellomlager. Massen ble knust til fraksjon 0-20. Den knuste asfalten ble lagt ut med utlegger og det ble brukt store mengder vann, vanning av lager og under utlegging. Det ble brukt mye og tungt komprimeringsutstyr for å oppnå en densitet på ferdig dekke mellom 2,05 og 2,20.

På denne jobben ble 14 cm Ag "erstattet" av 12 cm Ak + 6 cm Ag.

2.3 TRONDHEIM KOMMUNE

Rett etter år 2000, ble det lagt knust asfalt på noen få bolig-gater i Trondheim som et forsøk. Kommunen hadde løpet av flere år, lagret asfaltflak etter graving i gatene. Da det var behov for fastdekke på mange grusgater i kommunen og med en stor lagerhaug av asfaltflak, så dette ut til å bli bra. Flakene ble knust ned til 0-20 og lagt ut med veghøvel. Det ble vannet og komprimert med en slepevals. Resultatet så godt ut, men det kom masse klager fra beboere på et klebrig støv fra den knuste asfalten. Det er mulig at forventningene var for store, men alle klagenes førte til at prosjektet ble skrinlagt.

Hamar kommune har også brukt asfaltgranulat i forbindelse med renovering av gata. Her lå det som midlertidig dekke over vinteren og det så veldig bra ut året etter da det trafikken hadde bearbeidet dekke.

2.4 REGION ØST: FV 166, FV 252, FV 275

Statens vegvesen Region øst, har lange tradisjoner for gjenbruk av asfalt. På disse vegene ble eksisterende dekke frest av og lagt ut på nytt med veghøvel og på Fv275 med utlegger. Massen ble godt vannet og komprimert. Forbruk var 120 kg/m². Disse tre vegene ble forseglet med Eo 6-11mm.

I Sandefjord kommune ble en grusveg høvlet til riktig tverrfall og profil. Så ble det lagt ut 10 cm knust asfalt med utlegger. Dekket ble vannet godt før og under komprimering, utført med tungt komprimeringsutstyr. Etter ca. 2 måneder ble det lagt 2 cm Agb8.

2.5 FORSØKSVEIEN FORNEBU

Det ble i 1999 bygget en 210 meter lang forsøksvei langs den gamle rullebanen på Fornebu. Flere ulike konstruksjonsoppbygninger ble benyttet. Forsøksveien ble avsluttet med oppgraving og målinger i 2003, men har vært gjenstand for registrering og måling gjennom hele perioden. Resultatene viser at asfaltgranulat som bærelag eller forsterkningslag, blir betydelig sterkere enn knuste steinmaterialer. Lastfordelingskoeffisient på asfaltgranulat er målt fra 1,6 til 1,8, mens knust stein har 1,35.

2.6 DIVERSE

Enkelt og greit er det å bruke asfaltgranulat på et gardstun, veg eller parkeringsplass. Et forholdsvis tynt lag vil gi et støvfritt dekke.

2.7 OPPSUMMERING

Anvendelse av asfaltgranulat gir mange fordeler, miljømessig og økonomisk. Det er selvfølgelig viktig å planlegge prosjektene godt og kontrollere at utførelsen er riktig.

Noen viktige moment er:

- Knus asfaltflak
- Bruk utlegger
- Mye, mye vann
- Tungt komprimeringsutstyr, gjerne gummihjulsvals
- Ikke for tykke lag

3. KRAV TIL GJENBRUK AV ASFALTGRANULAT FRA GAMLE ASFALTDEKKER

3.1 GJENBRUK I BÆRE- OG FORSTERKNINGSLAG

Gjeldende krav og anbefalinger for bruk av asfaltgranulat i bære- og forsterkningslag er beskrevet i Statens vegvesens Håndbok 018 Vegbygging, kapittel 5 Vegfundament.

I øvre bærelag er anvendelsen begrenset til trafikkgruppe A og B, mens i nedre bærelag kan materialet brukes til og med trafikkgruppe D. I forsterkningslag kan knust asfalt brukes uansett trafikkmengde, men anbefales ikke på områder med stor, tung eller saktegående trafikkbelastning.

Knust asfalt skal ikke bygge mer enn 20 cm i vegkonstruksjonen. Ved samlet lagtykkelse større enn 15 cm skal knust asfalt legges ut i 2 eller flere lag hvor hvert lag vannes og komprimeres omhyggelig. Øvre siktstørrelse for granulatet skal være mindre enn halvparten av tykkelsen for hvert utlagt lag, og

korngraderingen for øvrig skal være som angitt i pkt. 523.29. Ved komprimering bør tungt statisk valseutstyr benyttes.

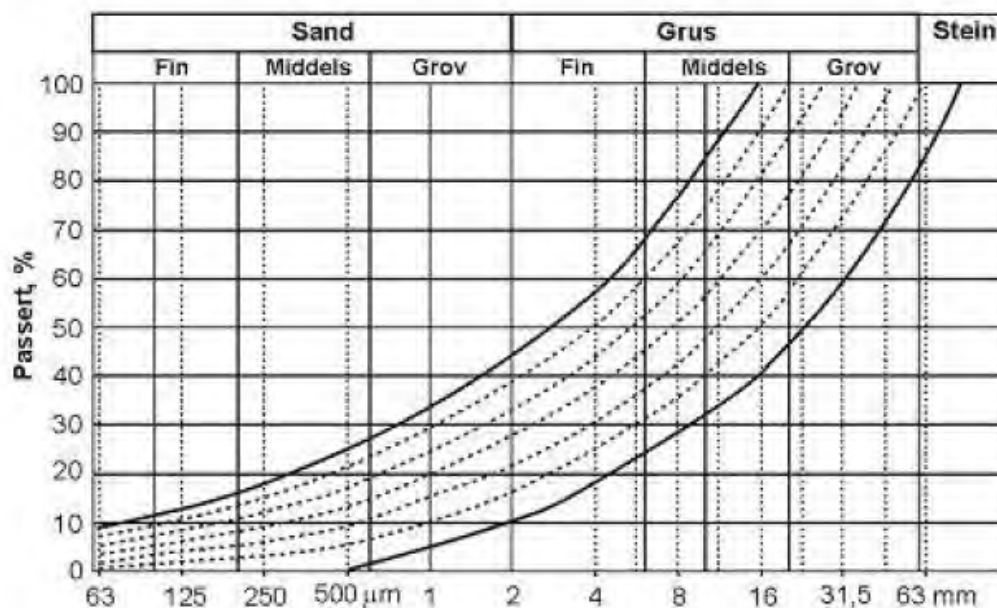
For trafikkgruppe D, E eller F bør nødvendig avretting av forsterkningslaget utføres med knust asfalt.

Utdrag fra Håndbok 018:

523.29 Knust asfalt (Ak)

Asfaltgranulat i ubundet form (dvs. uten tilførsel av bindemiddel) kan brukes som bærelag, forsterkningslag og forkilingsmasse, som anleggsdekke eller midlertidig dekke ved lav trafikk. Asfaltgranulatets renhet skal dokumenteres, se kap. 622.4. NS-EN 12697-42 angir metode for klassifisering av fremmedstoffer i asfaltgranulatet. Det skal tas et representativt antall prøver fra produserte lagerhauger med granulerte asfaltflak slik at renhet kan dokumenteres. Fersk fresemasse som ikke er mellomlagret med mulighet for forurensing kan antas som ren. Det skal også dokumenteres at materialet ikke inneholder miljøgifter, for eksempel gammel asfalt basert på steinkulltjære.

Asfaltgranulat skal, når det brukes til bærelag eller forsterkningslag, ha en korngradering som ligger innenfor og mest mulig parallelt med grensekurvene gitt i figur 523.16A og 523.16B, og som ikke krysser mer enn 3 av de stiplede linjene i figur 523.16B. Steinmaterialer med tilstrekkelig mekanisk styrke kan tilsettes for å oppfylle krav til korngradering, minske hulrom eller forbedre deformasjonsegenskapene. Tilsatt mengde steinmateriale i granulatet skal ikke overstige 30 %.



Figur 523.16B Grensekurver, Ak til bærelag og forsterkningslag

3.2 GJENBRUK I DEKKE

3.2.1 Generelt

Gjenbruksasfalt til dekker (Gja) kan produseres varmt eller kaldt. Gjeldende krav er beskrevet i Statens vegvesens Håndbok 018 Vegbygging (2011).

Resirkulert asfalt skal være behandlet og lagret på en slik måte at materialet er egnet i forhold til anvendelsen. Asfaltgranulat testes i henhold til NS-EN 13108-8.

3.2.2 Varmblandet gjenbruksasfalt

Asfaltgranulat kan anvendes i alle normerte massetyper. Uansett tilsetningsmengde av asfaltgranulat som benyttes, skal de krav som er satt til de normerte massetyper være oppfylt.

Figur 622.9 i Håndbok 018 angir krav til dokumentasjon av asfaltgranulat brukt som tilsetning i ny, varmprodusert asfalt.

Ved bruk av resirkulert asfalt skal mengde og type av alle forurensninger deklarerer som beskrevet i NS-EN 13108-8. Ved mer enn 10 % asfaltgranulat i slitelag, resp. mer enn 20 % i bindlag og bærelag til varm gjenvinning, skal forurensningene ikke overstige kravene til Kategori F5 i NS-EN 13108-8.

Dokumentasjon av	Prøvningshyppighet for dokumentasjon En prøve pr mengdeenhet asfaltgranulat	
	Andel resirkulert asfalt i massen	
Slitelag	< 10 %	> 10 %
Bindlag og bærelag	< 20 %	> 20 %
Forurensninger (fremmedmaterialer) ¹⁾	2000 tonn	500 tonn
Bindemiddelinnhold	-	500 tonn
Korngradering (ekstrahert)	-	500 tonn
Største partikkelstørrelse av granulat	-	500 tonn
Bindemiddelhardhet (penetrasjon, mykningspunkt eller viskositet)	-	500 tonn

¹⁾ Forurensninger er fremmedstoffer som betong, tegl, tre, plast mv.

Figur 622.9 Dokumentasjon av asfaltgranulat til varm gjenvinning

Tilsetning av bindemiddel skal ved asfaltgjenvinning følge kravene i standardene i NS-EN 13108-serien.

- Ved tilsetning av asfaltgranulat i en mengde som er mindre enn 10 % i slitelag, resp. mindre enn 20 % i bindlag, oppretting og bærelag, kan bindemiddelkvalitet fastsettes uten forutgående bestemmelser av bindemiddelhardheten i asfaltgranulatet.
- Ved tilsetning av asfaltgranulat i en mengde som er større enn 10 % for slitelag, resp. større enn 20 % for bindlag, oppretting og bærelag, skal bindemiddelkvaliteten bestemmes i henhold til reglene gitt i standarden for den enkelte massetype.

Denne metoden er nærmere beskrevet i Vedlegg 10.6 i Håndbok 018 (se neste side).

Utdrag fra Håndbok 018:

V10.6 Beregning av penetrasjonsgrad og mykningspunkt ved bruk av asfaltgranulat i varme asfalter

Beregningene kan bare anvendes for materialer som utelukkende inneholder eller anvender bitumen.

Penetrasjonsgrad

Følgende forkortelser benyttes:

Pen_{mix} : Penetrasjon i den ferdige blanding inneholdende granulat

Pen_1 : Penetrasjon av gjenvunnet bindemiddel fra asfaltgranulat

Pen_2 : Penetrasjon av tilsatt bitumen ved produksjonen

a og b: Andel av den totale bindemiddelmengden i ny asfaltmasse som kommer fra asfaltgranulatet (a) og fra tilsatt bindemiddel (b), slik at $a + b = 1$

Følgende formel benyttes:

$$b \cdot \log Pen_2 = \log Pen_{mix} - a \cdot \log Pen_1$$

Eksempel

Penetrasjonen i den ferdige blandingen skal tilsvare graden 70/100.

Velg midtpunktet i graden dvs. 85 (eller man foretar to beregninger med yttergrensene 70 og 100). Penetrasjonen i asfaltgranulatet er bestemt til $Pen_1 = 30$ og andelen av gammelt og nytt bindemiddel er $a = 0,4$ og $b = 0,6$.

Dette gir:

$$0,6 \cdot \log Pen_2 = \log 85 - 0,4 \cdot \log 30 = 1,3386$$

$$\log Pen_2 = 2,231$$

$$Pen_2 = 170 \text{ dvs. Man velger bitumen 160/220.}$$

Mykningspunkt

Følgende forkortelser benyttes:

$T_{K\&R\ mix}$: Mykningspunkt for den ferdige blanding inneholdende granulat

$T_{K\&R\ 1}$: Mykningspunkt for gjenvunnet bindemiddel fra asfaltgranulat

$T_{K\&R\ 2}$: Mykningspunkt for tilsatt bitumen ved produksjonen

a og b: Andel av bindemiddelmengden fra asfaltgranulatet (a) og fra tilsatt bindemiddel (b) i den totale asfaltblanding, slik at $a + b = 1$

Følgende formel benyttes:

$$T_{K\&R\ 2} = \frac{T_{K\&R\ mix} - a \cdot T_{K\&R\ 1}}{b}$$

Eksempel

Mykningspunktet for den ferdige blandingen skal være 50 °C.

Mykningspunktet for asfaltgranulatet er bestemt til $T_{K\&R\ 1} = 62$ °C og andelen av gammelt og nytt bindemiddel er $a = 0,4$ og $b = 0,6$.

Dette gir:

$$T_{K\&R\ 2} = \frac{50 - 0,4 \cdot 62}{0,6} = 42$$

Dvs at nytt bindemiddel må ha et mykningspunkt på ca 42 °C som tilsvarer bitumen 100/150 eller 160/220.

Mykningspunktene til det tilsatte bindemiddelet og det gjenvunne bindemiddelet skal bestemmes etter NS-EN 1427.

3.2.3 Kaldblandet gjenbruksasfalt

3.2.3.1 Gjeldende krav

Kald gjenvinning i verk og på veg innebærer at tilslagsmaterialet er basert på bruk av asfaltgranulat (fresemasse og/eller knust flakmasse). Som bindemiddel kan anvendes bitumenemulsjon eller skumbitumen basert på myk bitumen V1500-V12000 og bitumen 250/330 eller 330/430.

Massen benevnes ved øvre siktstørrelse og type anvendt bindemiddel, for eksempel Gja 16E (hvor E angir at tilsatt bindemiddel er i form av bitumenemulsjon) eller Gja 16S (hvor S angir at tilsatt bindemiddel er i form av skumbitumen).

Figur 622.10 og 622.11 angir henholdsvis krav til dokumentasjon og krav til korngradering for asfaltgranulat til bruk i kald gjenvinning.

Dokumentasjon av:	ÅDT
Slitelag	< 3000
Bærelag	< 5000
Forurensninger (fremmedmaterialer) ¹⁾	dokumenteres
Korngradering (granulat)	Figur 622.9
Korngradering (ekstrahert)	dokumenteres
Bindemiddelinnhold	dokumenteres
Homogenitet	dokumenteres

¹⁾ Forurensninger er fremmedstoffer som betong, tegl, tre, miljøgifter mv.

Figur 622.10 Dokumentasjon av asfaltgranulat til kald gjenvinning

ISO-sikt	Gjennomgang, masseprosent
22,4 mm	100
16 mm	85-100
11,2 mm	67-95
8 mm	44-80
4 mm	24-55
2 mm	10-34
1 mm	2-27
0,063 mm	0-2

Figur 622.11 Krav til korngradering av granulat ved kald gjenvinning

3.2.3.2 Erfaringer med kaldblandet Gja i Norge

På 1990-tallet ble det i Norge gjort en forholdsvis omfattende utprøving av gjenbruksasfalt basert på kalde teknikker. Spesielt i prosjektet "Kald gjenbruk som slitedekke 1994-1997" ble det lagt vekt på en god oppfølging og dokumentasjon av arbeidene. Blant annet ble det i tilknytning til asfaltjobbene kartlagt vegens opprinnelige tilstand, materialene som ble brukt, produksjonsutstyr, utførelse med mere. Disse opplysningene finnes i separate delrapporter for hvert av årene 1994 til 1997 (utgitt i Vegdirektoratets Laboratorieserie). En oppsummering av hele prosjektet med referansene til de

enkelte delrapporter finnes i rapporten "Oppfølging av samarbeidsprosjekt: Kald gjenbruk som slitedekke 1994-1997" (Laboratorieserien Statens vegvesen, Rapport 99).

I 2003-2004 ble det innenfor Gjenbruksprosjektet gjort en ny vurdering av tilstanden på et utvalg av disse samme parsellene, i alt 67 strekninger. Med utgangspunkt i de registrerte grunnlagsdata, trafikkmengder, målte tilstandsdata og stipulerte dekkelevetider var målet var å få fram hvilke parametere som har størst betydning for tilstandsutviklingen, og dermed hva som er viktigst å legge vekt på for å kunne oppnå vellykkede resultater med kald Gja (gjenbruksasfalt).

Resultatene kan leses i detalj i Gjenbruksprosjektets Prosjektrapport 6 /ref 1/. Rapporten gir følgende oppsummering:

Grunnforhold: Gode grunnforhold og god drenering øker sjansen for et godt langtidsresultat med kaldblandede Gja-dekker. På dårlig undergrunn kommer ofte skadene raskt i form av deformasjoner, telehiv og telesprekker.

Et Gja-dekke bør med andre ord legges i kombinasjon med oppgradering/forsterkning/grøftetiltak. De fleste prosjekter utført på veger med rapportert gode grunnforhold/ bra overbygning/ god drenering har vært vellykket.

Gammelt dekke/underlag: Det er vanskelig å se noen klar sammenheng mellom Gja-dekkets levetid og underliggende gammelt dekke. Både på grus og krakelert asfalt er det registrert flere vellykkede enn mislykkede prosjekter. De totale grunnforholdene (og fundamentet som helhet) har nok større innvirkning på resultatet.

Dypstabilisering isolert sett virker ikke å være noen garanti for lang dekkelevetid (like mange prosjekter "mislykket" som "vellykket").

Veggeometri: Kaldblandet Gja vil ha lavere stivhet enn varmasfalt og er derfor mer utsatt for skader. På smale/svingete/bratte partier vil dette gi seg utslag i kantskader, deformasjoner, vaskebrett/ slitasjeskader med mer.

Tilslag: Det synes ikke å være noen åpenbar fordel med å først splitte tilslaget i hhv fin-grov fraksjon og så sette sammen endelig kurve ut fra disse. Prosjekter med basis i sams masse oppviser minst like gode resultater.

Det er ikke mulig å se noen klare forskjeller når det gjelder fresemasse kontra granulerte flakmasser mhp langtidsegenskapene. Mer viktig i den sammenheng er homogeniteten, god blanding/ jevn gradering/ minimum separasjon er en vesentlig faktor for å unngå steinslipp osv.

Bindemiddel: Det er ikke påvist noen entydig sammenheng mellom bindemiddelstivhet og langtidsegenskaper, men det er indikasjoner på at man bør velge stivere bindemiddel med økende trafikkbelastning.

På lavtrafikk-veger synes flest feilslag (relativt) å ha oppstått der det er brukt stive bindemidler (MB10000, B370 etc). For vegene med middels/høy trafikk synes det å være dårligst resultater der man har brukt myke bindemidler (emulsjon basert på MB1000 eller MB1500). Samtidig er dette en avveining i forhold til gammelt bindemiddel i granulatet. Svært aldret og stivt bindemiddel i granulatet tilsier mykere tilsetning.

Når det gjelder bindemiddelmengde ser man relativt flest prosjekter med heldig utfall der det er tilsatt > 2 rest-% bindemiddel. Tilsvarende flest feilslag opptrer blant prosjektene med mager masse (< 1,5 % tilsetning). (Om massen virkelig blir mager avhenger også av mengde/type gammelt bindemiddel i granulatet, dette er i liten grad dokumentert.)

Tilsetningsstoffer og effekter av disse har vært mye diskutert. På mange Gja-jobber brukes "mykgjørere" for å aktivere gammelt bindemiddel og øke bearbeidbarheten. Effektene av dette er ikke dokumentert her, men bør studeres nærmere.

Blandeverk: Da antall og type jobber er svært forskjellige, er det vanskelig å vurdere utstyrene opp mot hverandre. For de fleste verkstypene er vellykkede og mindre vellykkede prosjekter jevnt fordelt. Men det er rapportert om gode resultater med både vertikalblander, horisontalblander og frittfallsblander.

Utleggerutstyr: Da kald Gja kan ha dårlig bearbeidbarhet er kraftig/tungt utleggerutstyr generelt anbefalt for å få et homogent dekke. I oppfølgingsprosjektet er de fleste utleggerne rapportert som "store", men vi ser at sluttresultatene er noe varierende (alt fra vellykket til helt mislykket). Hvor mye av dette som skal tilskrives utleggerne er uvisst, på mange parseller mangler også en detaljert utstyrsbeskrivelse.

Produksjonsutlegger har fungert bra flere steder. Road mix ga ikke vellykkede resultater alle steder de første gangene, men erfaringene fra senere prosjekter er gode. Generelt: Utstyret må brukes på riktig måte, utlegging av kald Gja er en utfordrende oppgave som må læres i praksis.

Komprimering: Resultatene er også her varierende. Men kombinasjonen lett gummi-hjulsvals + stålvals har gitt relativt sett best resultater ut fra det foreliggende datagrunnlaget. Kombinasjonen tung vals og dårlige/varierende grunnforhold går igjen på mange prosjekter i kategorien "mislykket". Det er nok mye å hente gjennom å tilpasse komprimeringen (type vals, prosedyre, overfarter etc) til stedlige forhold (massestype, lagtykkelse, bæreevne/stabilitet etc).

Lagtykkelser: Kaldblandet Gja bør ikke legges i for tynne lag. I oppfølgingsprosjektet var de aller fleste parsellene med $t < 100 \text{ kg/m}^2$ helt eller delvis mislykket (bare én i kategorien vellykket). Fra fylkene rapporteres det også at dekkeskadene ofte kommer først på partier med lokalt tynt dekke (forhøyninger i underlaget, skjøter etc).

Klimatiske forhold: Nedbør og temperatur under utlegging/komprimering og i perioden etterpå vil innvirke på dekkets oppførsel, både på kort og lang sikt. Arbeidene bør utføres tidlig på sommeren, slik at de utlagte massene får tid til å stabilisere seg.

Erfaringer viser at solrike parseller står seg veldig bra, mens skyggefulle partier hvor fukt kan stå lenge i dekket er skadeutsatt. At skadeutviklingen ofte bremses etter sommer nr 2 viser også at disse massene trenger tid for å få full fasthet. Mye nedbør kombinert med salting på vinteren (vedvarende våt vegbane) slår også hardt ut på denne type dekker (jfr Hordaland-parsellene).

Trafikk: Dette har ikke vært studert spesielt, de fleste parsellene i oppfølgingsprosjektet har hatt forholdsvis lav trafikk. Håndbok 018 Vegbygging (2004) åpner for bruk av kald Gja som slitelag på

veger med ÅDT < 3000. Av oppfølgingsparsellene fant man størst andel "vellykket" blant prosjektene i gruppen ÅDT < 1200.

Kombinasjoner: Som regel vil dekkelevetiden bestemmes av ikke bare én men et sett faktorer. Flere uheldige faktorer i kombinasjon vil naturlig nok påskynde nedbrytingen. Motsatt kan følgene av et i utgangspunktet uheldig valg (f eks knyttet til utstyr, tilslag etc) bremses hvis andre forhold er gunstige (klima, trafikkbelastning, grunnforhold etc).

Det kan nevnes at det nå er på tale å ta en ny vurdering av disse parsellene og dette dekkekonseptet (2012?).

4. HVORDAN FORSKJELLIG GJENBRUKSMATERIALER PÅVIRKER BELEGNINGSKVALITETEN

4.1 GLASS SOM TILSLAGSMATERIALE

Kolo Veidekke gjorde forsøk med knust glass som tilslag ved en av sine asfaltfabrikker. Man ønsket å teste ut om det er egnet som tilslagsmateriale i asfalt.

På grunnlag av dette ble det gjennomført en enkel undersøkelse for å se på eventuelle endringer i asfaltmassens stabilitetsegenskaper og vannkjennslighet.

Glasset kom fra knuste lysrør. Leverandøren kan levere ca. 600 tonn av materialet.

Til forsøket ble det valgt en "standard" Agb 11 fra Moss Asfaltfabrikk (resept nr. 08205202)

som referansemasse og samme resept med 5% tilsetning av glass som forsøksmasse.

Det ble ikke benyttet vedheftsforbedrende middel i asfaltmassene.

Prøvetillaging

Det skulle gjennomføres en enkel undersøkelse og det ble derfor valgt å se på massens stabilitetsegenskaper og vannkjennslighet.

Glasset ble tilsatt steinmaterialet og blandet til man ikke så store biter før bindemiddelet ble tilsatt.

Prøvelegemer ble komprimert i Marshall stamper (Ø 100mm) med 2 x 25 slag i henhold til NS-EN 12697-12, Vannkjennslighet.

Utvalg Belegninger

Resultater

Test Referanse m/glass

Densitet, ρ_b ssd g/cm³ 2,482 2,411

Densitet, ρ_m g/cm³ 2,714 2,652

Hulrom % 8,5 9,1

Stabilitet N 4099 2923

Flyt mm 3,0 3,6

Stivhet N/mm 1366 812

Indirekte strekkstyrke, tørr kPa 442 333

Indirekte strekkstyrke, våt kPa 376 279

ITSR % 85 84

Forsøksmassen hadde litt høyere hulrom enn referansen. Årsaken til dette er at standarden sier det skal komprimeres med 2 x 25 slag ved bruk av "impact compaction" ved prøvetillaging for vannkjennslighets test.

Marshall stabiliteten på massen tilsatt glass ble bare 71% av referansemassens, og flyten økte med 20%. Dette gjenspeiler seg med en redusert stivhet på ca. 40%.

Det ble en betydelig reduksjon i indirekte strekkstyrkeverdier på asfaltmassen tilsatt glass. Reduksjonen ble lik både for tørr lagrede og vannlagrede prøver, med henholdsvis 25% og 26%.

Tilsetning av 5% glass hadde ingen påvirkning på vannkjennsligheten for massen.

ITSR-verdien var tilnærmet lik for referansemassen og forsøksmassen med verdier 85% og 84%.

Konklusjon

Testresultatene viste at asfaltmassen med tilsetning av 5% glass har vesentlig dårligere egenskaper og vil ha redusert levetid i forhold til "standard asfaltmasse". Det må tas med i betraktningen at det er testet et meget begrenset antall prøver og få testmetoder benyttet.

Det er strenge krav til "Tilslag for bituminøse masser og overflatebehandlinger for veier, flyplasser og andre trafikkarealer" NS-EN 13043.

I tilfelle videre vurdering av glass som tilslagsmateriale, må leverandør kontakte ansvarlig myndighet for å be om en vurdering og godkjenning.

4.2 BUNNASKE SOM TILSLAGSMATERIALE

Mengde bunnaske fra forbrenningsanlegg begynner å bli et problem. I den forbindelse var det interessant og se om bunnasken kunne benyttes som tilslagsmateriale i asfaltproduksjon uten at asfaltkvaliteten blir forringet.

Bunnaske

Prøver av produktet ble mottatt fra Østfold Energi via Veidekke Gjenvinning. Bunnaskens kornfordeling var god og kunne klassifiseres som en 0/8mm. Materialet inneholdt en del forurensninger som forskjellige metaller i form av "metallbiter" og "tråder".

Asfalt

Til forsøket ble det valgt en "standard" Agb 11 fra Moss Asfaltfabrikk (resept nr. 08205201) som referansemasse og samme resept med 15% tilsetning av bunnaske som forsøksmasse.

Prøvetillaging

Det skulle i første omgang gjennomføres en enkel undersøkelse, og det ble derfor valgt å se på massens stivhet og deformasjonsegenskaper.

Prøvelegemer ble komprimert i gyrator (Ø 150mm) med tilsiktet hulrominnhold på 3,5%.

Stivhet ble testet i henhold til NS-EN 12697-26 ved 10°C og 20°C, deformasjonsegenskapene i henhold til Syklisk trykkprøving NS-EN 12697-25.

Resultater

Agb 11				
Referanse		m/bunnaske		
08205201		15 %		
Densitet pd	g/cm ³	2,609	2,564	
Densitet ps	g/cm ³	2,666	2,641	
Hulrom	%	2,1	2,9	
Hulrom i steinskjellettet	%	15,6	16,0	
Stivhet, E-modul	,10oC	MPa	3333	5526
Stivhet, E-modul	,20oC	MPa	1144	1606
Syklisk trykkprøving	,40oC	μ-strain	7188	5095

Det ble ikke registrert forskjeller i bearbeidbarhet på de 2 massene under komprimeringen ved tillaging av prøvelegemer.

Hulrominnholdet er litt høyere i forsøksmassen enn i referansemassen, men ikke høyere enn hva som kan være normalt ved så få prøver, da også med betraktning på den lille forskjellen i steinskjellettets hulrom.

Forsøksmassens stivhet er vesentlig høyere enn referansemassens. Det er benyttet samme bitumenkvalitet i massene så årsaken til at det må brukes vesentlig høyere kraft for å oppnå samme deformasjon som i referansemassen ligger nok på flere forhold som kornform på bunnasken, og igjen usikkerhet ved så få prøvelegemer.

Deformasjonsegenskapene målt ved syklisk trykkprøving viser at forsøksmassen har bedre deformasjonsegenskaper enn referansemassen. Årsaksforholdet ligger nok i det samme som beskrevet i forrige avsnitt.

Konklusjon

Testresultatene viser at asfaltmassen med tilsetning av 15% "bunnaske" har tilnærmet samme permanent deformasjon som referansemassen.

Det må tas med i betraktningen at det er testet et meget begrenset antall prøver og få testmetoder benyttet.

Alt prøvematerialet er brukt, slik at testresultatene ikke kunne verifiseres, videre vet man ikke noe om hvilke variasjoner som kan forventes med henblikk på forurensninger, kornkurver og ikke minst kornform på "produktet bunnaske".

Det er strenge krav til "Tilslag for bituminøse masser og overflatebehandlinger for veier, flyplasser og andre trafikkarealer" NS-EN 13043.

Veidekke Gjenvinning må kontakte ansvarlige myndighet for å be om en vurdering og godkjenning om bruk av "bunnaske" som asfalttilslag.

5. HVORDAN FORSKJELLIGE GJENBRUKSMATERIALER PÅVIRKER MILJØET PÅ KORT OG LANG SIKT

5.1 GJENBRUKSPROSJEKTET

Selv de minst krevende anvendelser av gjenbruksmaterialer, hva gjelder tekniske egenskaper, kan stoppe opp på grunn av manglende kontroll over miljøpåvirkning. Forurensningsmyndighetene stiller klare krav til hva som skal karakteriseres som farlig avfall, og har også formulert normverdier for innhold av forurensning i jord i følsomme arealer. Det er imidlertid ikke formulert noen grenser for miljøpåvirkning mellom disse to ytterligheter. Miljøpåvirkning er av Statens forurensningstilsyn definert som tiltakshaverens ansvar.

Hovedmålet i Gjenbrukprosjektets Delprosjekt 2 "Miljøpåvirkning" var derfor å komme frem til en forenklet beslutningsmodell som setter begrensning for innhold av uønskede stoffer i de mest brukte gjenbruksmaterialer. Det ønskede produkt var et sett med grenseverdier som gjør det mulig å skille materialene etter renhet allerede ved anskaffelsen.

Rapportene 2-6 i referanselisten oppsummerer arbeidet som ble gjort.

Konklusjoner angående gjenbruksasfalt

For gjenbruksasfalt har det vært mest aktuelt å vurdere miljøpåvirkning fra PAH, PCB og tungmetaller. Høye PAH-verdier knyttes til tjæreholdig asfalt, som det er mulig å finne i gamle asfaltdekker. Dokumentasjonsgrunnlaget består av rapporterte verdier av totalinnhold og utlekkingsverdier, hovedsakelig fra norske og svenske undersøkelser.

Rapporten foreslår et sett med grenseverdier for aksept av gjenbruksasfalt i forhold som tilsvarer "standardvegen" definert i Gjenbruksprosjektet. Den utførte miljørisikovurderingen viser at det er liten fare for uakseptable belastninger ved bruk av gjenbruksasfalt i veger. Innholdet av metaller vurderes ikke å skape økte belastninger på resipienten. Med hensyn til PAH-innhold i asfalt viser utlekkingstester begrenset potensiale for utlekking. PAH-belastninger fra normale gjenbruksasfalter anses derfor som lite sannsynlig.

Foreslåtte akseptverdier for innhold av PAH i gjenbruksasfalt i scenarier som tilsvarer "standardvegen" er <100 mg/kg (for alle typer gjenbruk, inklusivt varm) og 100-1000 mg/kg (for kald gjenbruk).

5.2 KFA, LITTERATURSTUDIE OM AVRENNING

Et litteraturstudium på emnet avrenning fra gjenbruksasfalt ble gjennomført i regi av KFA – Kontrollordningen for asfaltgjenvinning i Norge i 2010.

Litteraturstudiet har innhentet kunnskap og dokumentasjon på måling av eventuell miljøgifter fra utlegging av gjenbruksasfalt. Dette er gjort basert på internasjonal og nasjonal litteratur og referanser. Litteraturstudiet er avgrenset til eventuelle miljøpåvirkninger fra returasfalt knyttet til avrenning av PAH, PCB og tungmetaller med hovedvekt på PAH. Dette gjelder så vel avrenning fra masser lagret på mellomagre eller fra gjenbruksasfalt utlagt på veier og plasser.

Konklusjoner

Asfalt består av vanligvis av 94-95 % tilslag (steinmaterialer) og 5-6 % bindemiddel (bitumen). Tilslag til asfalt skal være bestandig og deklart mhp på helseskadelige stoffer. Bitumen inneholder PAH i relativt små mengder (30-40 ppm) og med en innblanding av bitumen på 5-6 % vil asfalten få et innhold av PAH på rundt 2 ppm. Materialet tilfredsstiller derfor kravene gitt i normen for mest følsom arealbruk.

Siden bitumen i tillegg ikke er vannløselig er utlekking av PAH lav. PCB er ikke en bestanddel i bitumen og vil derfor ikke finnes i asfalt. På grunn av sin manglende vannløselighet benyttes asfalt og en del andre bitumenbaserte materialer til fuktisolering av broer, tak, deponier og dammer, bl.a. vannreservoarer. Det er derfor ikke avdekket dokumentasjon på utlekking av PAH, PCB og tungmetaller over noen normer fra asfalt som er nyprodusert.

Før ca. 1965 ble det i en del tilfeller produsert asfalt basert på steinkulltjære som bindemiddel. Slik tjære kan inneholde opptil 150 000 ppm PAH16. Slike asfaltdekkene vil med et bindemiddelinhold på 6 % inneholde ca 9000 ppm PAH16, dvs langt over grensen til farlig avfall som for PAH16 er 1000 ppm. Det var likevel mest vanlig å benytte bitumenbaserte bindemidler i produksjon av asfalt før 1965.

Konsentrasjonen av PAH16 i gjenbruksmaterialer kan ligge godt over normverdien for mest følsomt arealbruk (> 2 ppm) uten at det resulterer i utlekking fra gjenbruksasfalt som fører til overskridelser av grenseverdier gitt i Drikkevannsforskriften og vannforskriften. Utlekkingsforsøk gjennomført i laboratorie på tjæreholdig returasfalt med konsentrasjon av PAH16 under 1000 ppm viser, med Klif/SFTs simuleringsverktøy for miljørisikovurdering, at det kan forekomme utlekking som kan gi overskridelse av grenseverdier for PAH i overflate- og grunnvann i miljøet rundt der gjenbruksasfalt er tenkt benyttet/ benyttes. Målinger i felt tyder imidlertid på at man får verdier under det miljørisikovurderingene gir. For konsentrasjoner opp til grensen for farlig avfall må det derfor gjøres vurderinger ut i fra innhold, mengder materiale med forhøyde verdier og miljøet rundt anvendelses-/lagersted.

Statens vegvesen, Gjenbruksprosjektet anbefaler at returasfalt ikke gjenvinnes varmt ved hhv PAH-konsentrasjon > 100 ppm, mens Sverige anbefaler en tilsvarende grense > 70 ppm. Over disse konsentrasjonene bør gjenbruk foretas kaldt for å unngå skadelig avdampning ved produksjon og utlegging. PAH kan påvises på og langs veger og kan ha sitt opphav fra bileksos, bilgummislitasje, oljespill og noe asfalt produsert før ca. 1965 med bindemiddel basert på steinkulltjære.

KFA-ordningen i Norge er et godt verktøy for å promotere for kontroll av mottak av gjenbruksasfalt, valg av lokaliteter ved etablering av nye mellomagre samt for å gi råd til valg av utstyr og teknikker ved bruk av gjenbruksasfalt. I tillegg tilbyr KFA-ordningen gratis testing av returasfalt på det enkelte mottak/ mellomager. Kontroll av tjære (PAH) er gjennomført på ca. 150 mottak og ca. 1500 prøver (flak og granulat) i perioden 2007-2010. Det er i samme periode i regi av KFA kun avdekket tjæreholdig asfalt midlertidig lagret på ett mottak.

6. ØKONOMI VED GJENBRUK

I dagens samfunn hvor knapphet på ressurser er et fokusområde, er det naturlig å fokusere på gjenbruk av de ressurser vi har til rådighet. I Norge er det opprettet en egen "Kontrollordning for asfaltgjenvinning" (KFA), på bakgrunn av at gjenbruk er lovpålagt. Medlemskap i KFA er frivillig. Dumping av asfalt er ulovlig og straffbart, og bruk av asfaltflak uten knusing er ikke tillatt. KFA administreres av Veiteknisk Institutt, og de mener at mellomlagring kan og bør sertifiseres. I 2009 ble det registrert 148 mellomlager. Registrert retur asfalt / gjenbruk i Norge gjennom 2009 var på 763 000 tonn.

Samfunnsøkonomi er studiet av hvordan det økonomiske liv i samfunnet fungerer. Dette deles gjerne inn i mikroøkonomi og makroøkonomi. Mikroøkonomien studerer det enkelte individ, den enkelte husholdning og den enkelte bedrift (her asfaltprodusent), og forklarer de økonomiske prinsipper som styrer disse individuelle aktørenes handlinger. Sentrale problemstillinger i mikroøkonomi for en asfaltprodusent er forsøkt satt opp og besvart her:

- Hva bestemmer kundens etterspørsel etter varer og tjenester?
 - o Sett i dette perspektiv vil vi si at våre kunder pr. dags dato er mest opptatt av en billigst mulig pris på sine produkter, gitt at det tilfredsstillende kvaliteter som er satt.
- Hva bestemmer bedriftenes tilbud av varer og tjenester?
 - o Asfaltprodusentene er opptatt av å tjene penger, og leverer det en kunde måtte ønske å få levert på markedet.
- Hvordan fungerer markedene og hva bestemmer prisene?
 - o Markedene er styrt ut ifra geografiske områder hvor antall tilbydere, tilgang på råvarer og lengde på frakt er styrende. Faktorer som oljepriser, pukkpriser, gasspriser og transportlengde er også styrende mekanismer for priser på produkt.
- Hvordan kan økonomiske virkemidler benyttes til å redusere klimautslipp?
 - o En asfaltprodusent vil alltid være opptatt av å tjene penger, og det er derfor behov for statlig styring i form for avgifter/bonuser på forskjellige utslippsnivå som bør vektlegges her.

Sentrale problemstillinger i makroøkonomi for en asfaltprodusent er sammenhengen mellom aggregerte økonomiske størrelser, som for eksempel produksjon, konsum, investeringer, sparing, sysselsetting, inflasjon og konjunkturer. Skillet mellom mikro- og makroøkonomi er flytende, siden moderne makroøkonomi ofte har et mikroøkonomisk fundament. Faktorer som videre er med å påvirke samfunnsøkonomien (hovedsakelig på et makroøkonomisk nivå) er internasjonal økonomi, finansiell økonomi, offentlig økonomi, helseøkonomi og miljøøkonomi.

Hvis vi tar for oss asfalt så er det flere grunner til at det ligger et incentiv i bunn til å drive gjenbruk og disse kan kort oppsummeres slik:

- o Økende oljepriser
- o Økende pukkpriser
- o Knapphet på råvarer øker behov for gjenbruk
- o Gjenbruk gir lavere Co2 utslipp
- o Miljøbesparende
- o Grønn bransje

Likevel er det en del utfordringer som må tas hensyn til når det skal tilrettelegges for gjenbruk. Gjenbruk krever spesialutstyr som igjen gir seg utslag i et investeringsbehov. Eksempelvis er det behov for mobile knuseverk. Gjenbruk krever mer areal i forbindelse med lagring/sortering og

granulatet bør lagres under tak. Ressurstilgangen kan tidvis være varierende i forskjellige geografiske områder.

Det stilles krav til "renhet" til produktet ved mottak, lagring og knusing. Tilgangen på ressursen er som tidligere beskrevet varierende, og derfor er det heller ingen fast mottakspris. Denne varierer fra ca. 40-120 kr/t. Når det gjelder knusekostnaden ligger den som regel i området: 55 – 70 kr/t.

For å kunne sette en verdi på hvor mye ett tonn gjenbruksasfalt er verd, så må vi legge til grunn noen enkle forutsetninger som at tilgangen på produktet er jevn. Ett tonn gjenbruksasfalt består av ca 40 kg bindemiddel og 960 kg grus og filler.

På bakgrunn av dette kan følgende regnestykke settes opp:

40 kg bindemiddel 'a kr. 4000.- / tonn = 160.-

+960 kg grus og filler 'a kr. 100.- / tonn = 96.-

=Sum teoretisk restverdi kr. pr. tonn = 256.-

Videre er da mulig å gjøre en teoretisk tilnærming på beregning av varmt gjenbruk:

Vi tar her utgangspunkt i en asfaltfabrikk som har en produksjon med 10 % gjenbruk og en årsproduksjon på 50 000 tonn. Investeringskostnader på fabrikken for å gjøre den i stand til å ta inn gjenbruk i produksjonen er ikke medregnet her.

Vi får da en besparelse på kr. 256,- x 0,10 = kr. 25,60 pr. tonn produsert.

Ved årsproduksjon 50 000 tonn x 25,60 kr. gir dette kr. 1 280 000,- i minskede materialkostnader årlig.

For videre å tydeliggjøre økonomiske fordeler ved gjenbruk av asfalt har vi valgt å legge frem en kalkyle som ble laget i forbindelse med prosjektet: "gjenvinning av asfalt" som ble gjort i 2009: Se vedlegg 1; VarmGjenbruk2009..

På bakgrunn av ovenstående argumentasjon mener vi da at gjenvinning av asfaltgranulat har stor økonomisk betydning for belegningskostnadene og har en betydelig samfunnsøkonomisk verdi.

REFERANSELISTE

1. Statens vegvesen, Teknologirapport nr. 2408: Gjenbruksprosjektet Prosjektrapport nr. 6, "Erfaringer fra feltstrekninger med kaldblandet gjenbruksasfalt – Vurdering av tilstandsutvikling og dekkelevetid"
2. Statens vegvesen, Teknologirapport nr. 2432: Gjenbruksprosjektet Prosjektrapport 14, "Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging", 2007
3. Statens vegvesen, Teknologirapport nr. 2433: Gjenbruksprosjektet Prosjektrapport 14a, "Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging – Sementbaserte materialer", 2007
4. Statens vegvesen, Teknologirapport nr. 2434: Gjenbruksprosjektet Prosjektrapport 14b, "Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging – Gjenbruksasfalt", 2007
5. Statens vegvesen, Teknologirapport nr. 2435: Gjenbruksprosjektet Prosjektrapport 14c, "Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging – Oppkuttete bildekk", 2007
6. Statens vegvesen, Teknologirapport nr. 2436: Gjenbruksprosjektet Prosjektrapport 14d, "Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i vegbygging - Skumglass", 2007
7. Foreningen KFA – Kontrollordningen for asfaltgjenvinning: "Litteraturstudie avrenning fra gjenbruksasfalt", 2010
8. Statens vegvesen, Håndbok 018 Vegbygging, januar 2011.

Kontrollordningen For Asfaltgjenvinning

Formål, regelverk og muligheter

Eirik Wulvik
Veiteknisk Institutt

- **Frivillig bransjeordning som ble etablert av hele asfaltbransjen inkl bestillersiden herunder Statens vegvesen i 2001.**
- **Ble etablert som en egen forening i 2006 (registrert i Brønnøysund, eget styre, egen revisor og regnskap).**
- **Finansieres ved et bitumengebyr på 5 kr/tonn.**

- **Veiteknisk Institutt har fått i oppdrag fra KFA å gjennomføre ordningen som i hovedsak består i:**
 - Informasjon
 - Registrering av gjenbruk og lagerbeholding
 - Kontroll - Sertifisering
 - Rapportering.

For mer informasjon se:

www.asfaltgjenvinning.no

Bakgrunn for opprettelsen av KFA:

- **Ønske om en 'ren' bransje**
- **Godt omdømme**
- **Unngå eventuelle sanksjoner/ avgifter fra myndighetene**
- **Miljøaspektet vil komme sterkere og sterkere**
- **'Føre var' holdning**

Hvorfor dokumentasjon?

- Miljø og forurensning, Klif.
- Tekniske krav i håndbok 018 eller andre krav stilt av andre byggherrer.



- **Årlig graves og freses det bort ca. 500.000 tonn med asfalt fra eksisterende veg i Norge.**
- **Tilnærmet samme mengde gjenbrukes hvert år.**
- **Lagerbeholdningen av returasfalt (flak- og fresemasse) er imidlertid stor ca 1000.000 tonn.**



Aktørenes ansvar:

- Følge de angitte lover, forskrifter og regler.
- levere returasfalt på godkjent mellomlager eller deponi.
- **asfalteierens** ansvar å sørge for at returasfalten leveres på **godkjent** mottak.
- Still krav og be om dokumentasjon på slik levering.
- Egendokumentasjon eller kontroll på renhet (tjære andre materialer/fremmedelementer)



VILLFYLLINGER – dette er ikke ønskelig



Anvendelse fresemasse:

- **Oppjustering av grusskulder**
- **Forkilings- og avrettingsmasse**
- **Bærelagsmasse**
- **Tilslagsmateriale i kald produksjon**
- **Tilslagsmateriale i varm produksjon**

- **Utfordringer/ muligheter**
 - Øke gjenvinningsgraden, **fortsatt 1.000.000 tonn returasfalt på lager**
 - Markedsføre gode tekniske løsninger
 - Vurdere nye mellomlagre
 - Bestiller; Tenk langsiktig
 - **Beskrive/godta gjenbruksløsninger i kontrakter**
 - **Du kan både beskrive og/eller favorisere gjenbruk i ditt konkurransegrunnlag**
 - God kommunikasjon mellom bestiller og entreprenør!





Den Svenska Avdelningen, Beläggningar

Huvudämne 2011

Asfaltåtervinning

Kunskapsöversikt från Sverige



Den Svenska Avdelningen, Beläggningar

Innehåll

RETURASFALT OCH ASFALTGRANULAT	3
ASFALTÅTERVINNING - ERFARENHETER	3
ÖVERSIKT AV ÅTERVINNINGSMETODER SOM ANVÄNDS I SVERIGE	4
ASFALTÅTERVINNING 2008-2010	6

Returasfalt och asfaltgranulat

I samband med borttagning, mellanlagring och återvinning av gamla asfaltbeläggningar brukar massorna benämnas returasfalt eller asfaltgranulat. **Returasfalt** är benämningen på uppgrävda, rivna eller frästa massor innan de bearbetats för återvinning. Uppgrävda eller rivna massor består huvudsakligen av grövre asfaltkakor med låg andel av finare partiklar. Innan asfaltmassorna kan återvinnas måste de i regel beredas, vilket innebär krossning och sortering. Fräsmassor kan dock ibland återvinnas som de är utan ytterligare beredning.

Asfaltgranulat är benämningen på krossad eller fräst asfaltbeläggning. Granulatkornen består huvudsakligen av asfaltklumpar av bindemedel och stenmaterial av varierande storlek, men även inslag av rent stenmaterial kan förekomma. Asfaltgranulat används som ingångsmaterial vid asfaltåtervinning i verk eller till obundna lager. I det senare fallet kallas asfaltgranulatet ibland för krossad asfalt. Bindemedelsinnehållet i asfaltgranulat ligger mellan 3-6 %. Om massorna är uppgrävda (schaktmassor) ligger det i det lägre intervallet och om de är frästa ligger det ofta i det högre intervallet. Vid uppgrävning av asfaltlager kan en del stenmaterial från underliggande lager följa med massorna, vilket kan ge lägre bindemedelshalt än 3 %. Vid fräsning av bindemedelsrika slitlager har det hänt att bindemedelshalten hamnat över 6 %.

Efter krossning och siktning blir asfaltgranulat förhållandevis välgraderat. Upplag av asfaltgranulat får en relativt homogen sammansättning genom den omblandning som sker av massorna vid borttagningen från vägen, vid in- och utlastning i upplagen under mellanlagring och framför allt vid krossning och siktning. Asfaltgranulat kan framställas i sorteringar mellan 0/8 till 0/40 mm beroende på användningsområde.

Asfaltåtervinning - erfarenheter

Sedan i början av 1990-talet har intresset för asfaltåtervinning varit stort. Under de senaste 10 åren har det totalt per år återvunnits 1-1,5 miljoner ton returasfalt. På det statliga vägnätet har mängden returasfalt under 2000-talet varierat mellan 0,5 till 1,0 miljoner ton per år. I snitt har andelen som gått till asfaltåtervinning varit 66 %. Övrigt material har återvunnits som bär- eller förstärkningslager eller till dammbindande slitlager, med eller utan försegling, på grusvägar. Några ton massor har årligen gått till deponi (tjärmassor) eller som kantstöd på vägrenar.

Tabell 1 Mängder returasfalt på det statliga vägnätet.

År	Till asfaltåtervinning, tusen ton	Till andra ändamål, tusen ton	Återvinning totalt, tusen ton	I upplag, tusen ton
2001	590	201	791	135
2002	631	180	811	192
2003	391	113	504	109
2004	380	282	662	241
2005	605	384	989	84
2006	636	290	926	94
2007	497	387	884	151
2008	555	352	907	121
Medel:	536	274	809	141
%	66	34	-	-

Hur returafalten återvunnits har med åren varierat. Tidigare var kall och halvvarm återvinning i verk de dominerande teknikerna. Numera används huvuddelen av den returafalt som går till asfaltåtervinning genom varm återvinning i verk eller på vägen.

Returafalt kan antingen återvinnas till ny asfaltbeläggning eller till obundna lager.

Materialets tekniska egenskaper, logistiken och behoven styr valet av teknik. I de tekniska anvisningarna finns vissa begränsningar, t ex hur pass åldrat bindemedlet är, förekomst av föroreningar och ballastens kvalitet. Vid användning av TSK (tunnskiktsbeläggning) tillåts ingen inblandning av asfaltgranulat enligt Trafikverkets specifikationer (VVTBT, Bitumenbundna lager 09 rev 2, Publikation 2010:093). Inte heller när PMB används får asfaltmassan innehålla returafalt. I motsats till begränsningar ställs det vissa kommuner krav på att asfaltmassorna ska innehålla minst 10 % returafalt. Värdet på asfaltgranulat uppskattas till 100-240 kr/ton beroende på kvalitet.

Det är viktigt med en noggrann förprovning vid asfaltåtervinning, dvs. returafalten och asfaltgranulatet måste analyseras och även asfaltmassan måste undersökas innan produktion. Korregeringar under produktion kan vara också vara nödvändiga.

Översikt av återvinningsmetoder som används i Sverige

Det finns ett flertal metoder/tekniker för att återvinna returafalt/asfaltgranulat till ny asfaltbeläggning. Metoderna kan indelas i två huvudgrupper. Den ena gruppen innefattar *återvinning i blandningsverk*. Då måste returafalten i form av krossat och sorterat asfaltgranulat tillsättas i ett blandningsverk. Den andra huvudgruppen innefattar metoder för *återvinning på väg*, dvs. beläggningen åtgärdas på vägen utan att lämna den. Det kan ske t ex. genom fräsning, omblandning med nytt bindemedel och återläggning med en integrerad maskinenhet. Vid Repaving och Remixing Plus läggs ca 60 kg/m² ny beläggning på det omblandade eller remixade lagret.

I tabell 2 ges en översikt av metoder för asfaltåtervinning i verk och i tabell 3 ges en översikt av metoder för återvinning på väg. Asfaltåtervinning finns beskrivet i några handböcker som bland annat Svenska Kommunförbundet (På väg igen - Vägen tillbaka för återvunnen asfalt, från 2004) och Vägverket (Handbok för återvinning av asfalt, Publikation 2000:93) gett ut.

Tabell 2 Metoder och erfarenheter av asfaltåtervinning i verk.

Metod	Erfarenheter
Varm återvinning i verk, temp > 120°C	För alla varmblandade beläggningstyper och i alla trafikklasser. Jämförbar med nytillverkad massa med nya material om den är rätt utförd.
Halvvarm återvinning i verk, temp 50-120°C	Kan användas som slit- och bärlager på lågtrafikerade gator/vägar.
Kall återvinning i verk, temp < 50°C	Kan användas som slitlager eller bärlager på lågtrafikerade vägar.

Tabell 3 Metoder för asfaltåtervinning på väg.

Metod	Erfarenheter
Varm återvinning på väg, Repaving	För slitlager på medeltrafikerade gator/vägar. Jämförbar med motsvarande nytillverkad beläggning med nya material om den är rätt utförd.
Varm återvinning på väg, Remixing och Remixing Plus	För slitlager i alla trafikklasser. Jämförbar med motsvarande nytillverkad beläggning med nya material om den är rätt utförd.
Halvvarm återvinning på väg, (halvvarm remixing)	Kan användas som slitlager på lågtrafikerade vägar där beläggningen utgörs av mjukasfalt.
Kall inblandning på väg (stabilisering)	Kan användas som bärlager på låg- till medeltrafikerade vägar.
Kall inblandning på väg (djupfräsning)	Kan användas som bärlager på lågtrafikerade vägar med dålig bärighet.

Varm återvinning i verk

Kvalitetsbrister har ibland påtalats. Dålig eller ojämn kvalitet på returafalten kan vara orsaken. Det råder också oklarheter i hur mycket returafalt som blandats in i asfaltmassorna. Klumpar av returafalt har observerats i färdig beläggning, vilket tyder på att materialet inte har varit ordentligt krossat och sorterat och/eller på för kort blandningstid. Kvalitetsbristerna har medfört att restriktioner för slitlager på de mest trafikerade vägarna införts i flera regioner.

Ca 5-15 % asfaltgranulat anses vara lämplig inblandningsprocent i slitlagermassor. Något mer i bärlagermassor. De flesta asfaltverk är idag anpassade för asfaltåtervinning. Viktigt är att lagra returafalt efter kvalitet och ursprung. Fräsmassor av högkvalitativa slitlager ska t ex inte blandas med uppgrävda massor. Returafalten bör också lagras under tak.

Halvvarm återvinning i verk

I mellersta och norra Sverige används efter krossning och sortering insamlad returafalt till halvvarm återvinning, huvudsakligen som slitlager. Alla typer av asfaltbeläggningar går att återvinna på detta sätt men MJOG (mjukasfalt) är särskilt lämplig.

Kall återvinning i verk

Erfarenheterna av kall återvinning är blandade men huvudsakligen positiva (när vi använde emulsion baserad på mjukbitumen). För låg mängd nytt bindemedel kan med tiden ge beständighetsrelaterade skador. Beläggningen kan också bli något ojämn på grund av att massorna kan vara något tröga att lägga ut. Flera av de objekt som lades under 1990-talet fick en livslängd på 10-15 år. Om vägytan blir torr eller börjar ge stensläpp i förtid kan den läggas över med ytbehandling.

Varm återvinning på väg - Remixing, Remixing plus och Repaving

Remixing, Remixing plus eller Repaving är kanske de tekniker som diskuteras mest idag. Frågor som ställs är hur många gånger en beläggning kan remixas, påverkar upphettningen bindemedlet negativt, homogeniteten i befintlig beläggning, mängden ny massa etc. Tekniken har en bra energi- och kostnadsprofil samt god kapacitet vilket gör den intressant. De här teknikerna används frekvent i Sverige med mestadels bra resultat. Det finns beläggningar som har åtgärdats två gånger genom Remixing. Om beläggningen har omfattande separationer, plastiska deformationer eller andra defekter bör de här metoderna undvikas. Om underliggande lager ska åtgärdas kan inte metoderna heller användas.

Kall och halvvarm återvinning på väg

MJOG har på vägen återvunnits genom halvvarm Remixing. Om bindemedlet är för hårt kan det dock vara svårt att värma upp beläggningen tillräckligt så att asfaltmassan blir tillräckligt bearbetningsbar. På mindre vägar med bärighetsproblem brukar ibland beläggningen i kombination med makadam fräsas in i underliggande, obundet material. Numera är teknikerna inte så vanliga.

Återvinning till obundna lager

Vid sidan om återvinning till ny asfaltbeläggning används asfaltgranulat även till obundna lager. Då tillsätts inget bindemedel men ibland inblandas makadam i syfte att förbättra stabiliteten och kornkurvan. Även om materialet till en början kan anses som obundet kan bindemedlet i kombination med trafikarbetet under varma sommardagar binda ihop materialet så att hela, provningsbara borrhärdar kan erhållas. Materialet fungerar då som ett asfaltliknande, bundet lager med relativt hög styvhetsmodul. Användningsområden är i huvudsak som bärlager- och förstärkningslager, men asfaltgranulat har även andra användningsområden, t ex som grusslitlager, material till stödremsor och som tillfälliga lagningsmassor vid ledningsschakter, slaghål och dylikt. Metoden har på senare år använts både på låg- och högtrafikerade vägar med gott resultat. Ett gott packningsarbete är en viktig del av arbetet för ett bra resultat. Tekniska beskrivningar finns idag för den här typen av vägmateriäl och några FUD-rapporter finns publicerade.

Asfaltåtervinning 2008-2010

I samband med att asfaltåtervinning blev huvudämne för 2011 års förbundsutskottsmöte inom NVF har en enkät skickats ut till de större svenska asfaltentreprenörerna. De frågor som ställdes var:

- Statistik från de tre senaste årens produktion.
- En uppfattning om hur mycket returafalt vi återvinner till ny asfalt
- Vilka inblandningshalter används
- Andel asfaltgranulat av total mängd tillverkade asfaltmassor.

Resultatet redovisas i tabellerna 4, 5, 6 och 7.

Tabell 4 Sammanställning av asfaltåtervinning 2008-2010 (entreprenör 1).

Återvinnings- teknik	Beläggnings- typ	Total mängd returasfalt	Andel returasfalt av totalt tillverkad mängd asfalt
		ton	%
Varm återvinning i verk	Samtliga lager:		Medelvärde: 7
	2008	115 000	6
	2009	144 000	8
	2010	125 000	8
Remixing och Remixing plus	Slitlager:		
	2008	74 000	-
	2009	53 000	-
	2010	66 000	-
Kall och halvvarm återvinning i verk	Samtliga lager:		Medelvärde: 32
	2008	121 000	30
	2009	146 000	51
	2010	66 000	17

Tabell 5 Sammanställning av asfaltåtervinning 2008-2010 (entreprenör 2).

Återvinnings- teknik	Beläggnings- typ	Total mängd returasfalt	Andel returasfalt av totalt tillverkad mängd asfalt
		ton	%
Varm återvinning i verk	Samtliga lager:		Medelvärde: 5
	2008	18 000	7
	2009	12 000	5
	2010	5 000	3
Remixing och Remixing plus	Slitlager:		
	2010	47 000	-
Kall och halvvarm återvinning i verk	Samtliga lager:		
	2008	10 000	-
	2009	10 000	-
	2010	10 000	-

Tabell 6 Sammanställning av asfaltåtervinning 2008-2010 (entreprenör 3).

Återvinnings- teknik	Beläggnings- typ	Total mängd returasfalt	Andel returasfalt av totalt tillverkad mängd asfalt
		ton	%
Varm återvinning i verk	Samtliga lager:		Medelvärde: 5
	2008	90 000	4
	2009	110 000	5
	2010	150 000	6
Remixing och Remixing plus	Slitlager:		
	2008	48 000	-
	2009	21 000	-
	2010	57 000	-
Kall och halvvarm återvinning i verk	Samtliga lager:		
	2008	5 000	-
	2009	5 000	-
	2010	5 000	-

Tabell 7 Sammanställning av asfaltåtervinning 2008-2010 (entreprenör 4).

Återvinnings- teknik	Beläggningstyp	Total mängd returasfalt	Andel returasfalt av totalt tillverkad mängd asfalt
		ton	%
Varm återvinning i verk	Samtliga lager:		Medelvärde: 9
	2008	217 000	8
	2009	240 000	9
	2010	262 000	11
Remixing och Remixing plus	Slitlager:		
	2008	76 000	-
	2009	72 000	-
	2010	74 000	-
Kall och halvvarm återvinning i verk	Samtliga lager:		Medelvärde: 65
	2008	30 000	60
	2009	36 000	72
	2010	32 000	63

Vid Remixing brukar ca 30 mm av beläggningen (60-70 kg/m²) tas bort från vägen och blandas med ca 30 % ny asfaltmassa (15-20 kg). Det innebär att ca 80-90 kg/m² remixad asfaltmassa läggs ut. Vid Remixing plus återvinns ca 60 kg/m² av beläggningen utan inblandning av ny massa varefter 60 kg/m² ny asfaltmassa läggs ovanpå det återvunna lagret.

Andelen returasfalt som inblandas vid varm återvinning i verk ligger mellan 5-30 % beroende på asfaltverk och lagertyp. Normalt inblandas inte mera än 15 % returasfalt i slitlagermassor. Andelen returasfalt av totalt tillverkad mängd asfalt i verk ligger mellan 5-10 %.

Vid kall och halvvarm återvinning i verk återvinns ofta 100 % returasfalt. Ibland inblandas, förutom bindemedel och vatten, även 10-20 % sand eller makadam.

De entreprenörer som ingått i undersökningen representerar ca 90 procent av asfaltmarknaden i Sverige. Sammanlagt har de fyra entreprenörerna årligen återvunnit 885 000 ton returasfalt till ny asfaltbeläggning fördelat på:

- 500 000 ton för varm återvinning i verk
- 230 000 ton vid Remixing och Remixing plus
- 155 000 ton kall och halvvarm återvinning i verk

Om övriga entreprenörer återvinner lika stor andel returasfalt som de som ingått i denna undersökning så återvanns under åren 2008-2010 ca 1 miljon ton returasfalt per år till ny asfaltbeläggningen. Det innebär att drygt 10 procent i genomsnitt av totalt tillverkade och utlagda mängder asfaltmassa (ca 8 miljoner ton) innehåller returasfalt. Skillnaden är dock i praktiken stor mellan olika metoder (5-100 %).

Intresset för asfaltåtervinning kommer vara fortsatt hög i framtiden. Krav på energibesparingar och reducerade utsläpp av växthusgaser bedöms påskynda en än mer effektiv asfaltåtervinning än idag.



Den Svenska Avdelningen, Beläggningar

Sammanställning - Asfaltgenbrug i Sverige

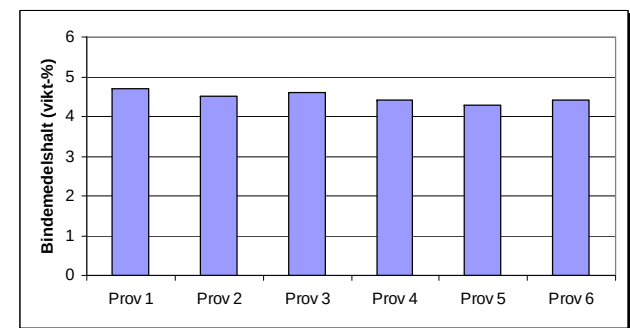
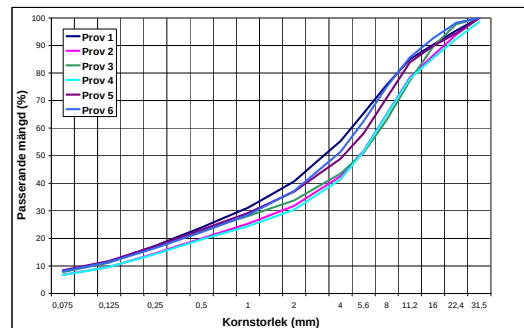
Genbrugsmateriale	Belægningstype	Genbrugsprocent interval for mængde	Årligt forbrug	Genbrugsprocent i forhold til totale mængde	Påvirkning af kvalitet - begrænsninger?	Miljømæssige eller arbejdsmiljømæssige problemer	Lovgivning	Potentiale for øget genbrug
Varmt genbrug på værk	Bærelag	30 %	500 000 ton	7 %	Begrænsninger finns för återvinning i slitlager (högtrafikerade vägar, TSK och PMB)	Tjärasfalt får inte återvinnas varmt	Lagring av returafalt kräver tillstånd (ska anmälas)	Relativt stor
	Bindelag	30 %						
	Slidlag	20 %						
In-situ remix	(Bærelag)	-	230 000 ton	50-100 %	Separationer, plastiska deformationer	Rökgaser, lukt men inga större problem,	-	Relativt stor
	Bindelag							
	Slidlag							
Koldt (halvvarmt genbrug – stabiliseret	Bærelag	-	150 000 ton	80-100 %	Olämpligt lägga sent på året	Inga större problem, tjärmassor måste täckas vid lagring, lukt vid återvinning av halvvarma tjärmassor	Lagring av returafalt kräver tillstånd (ska anmälas)	Relativt stor
	Bindelag							
	SLidlag							
Koldt genbrug – ikke stabiliseret	Bærelag	-	400 000 ton	50-100 %	God packning viktigt	Inga större problem, tjärmassor måste täckas vid lagring	Lagring av returafalt kräver tillstånd (ska anmälas)	Relativt stor
	Bindelag							
	Slidlag							

Asfaltåtervinning i Sverige - NVF Beläggningar

Torbjörn Jacobson



TRAFIKVERKET



Vad är returafalt?

Schaktmassor:

- Mera av blandmaterial
- Lågt bitumeninnehåll
- Bindemedlet mer åldrat



Fräsgranulat:

- Högt bindemedelsinnehåll
- Bindemedlet mindre åldrat
- Homogen sammansättning



Beredning av returafalten till asfaltgranulat

Kostnad: 50 kr/ton

Avfallsskatt (370 kr/ton) + deponiavgift:
minst 370 kr/ton

Ekonomiskt värde: 100-
240 kr/ton



Översikt metoder

Infräsning



Obundet bärlager



Kall återvinning



Halvvarm återvinning



Varm återvinning i verk



Remixing, Remixing plus, Repaving



Tabell 1 *Mängder returaskfalt på det statliga vägnätet.*

År	Till asfaltåtervinning, tusen ton	Till andra ändamål, tusen ton	Återvinning totalt, tusen ton	I upplag, tusen ton
2001	590	201	791	135
2002	631	180	811	192
2003	391	113	504	109
2004	380	282	662	241
2005	605	384	989	84
2006	636	290	926	94
2007	497	387	884	151
2008	555	352	907	121
Medel:	536	274	809	141
%	66	34	-	-

Asfaltåtervinning - enkät 2011

- Statistik från de tre senaste årens produktion.
- En uppfattning om hur mycket retur-asfalt vi återvinner till ny asfalt
- Vilka inblandningshalter används
- Andel asfalt med inblandning av asfaltgranulat asfaltmassor
- Skanska, Svevia, Peab och NCC (85-90 % av svenska marknaden).

Återvinning - entreprenör 1

Tabell 4 Sammanställning av asfaltåtervinning 2008-2010 (entreprenör 1).

Återvinnings- teknik	Beläggings- typ	Total mängd returasfalt	Andel returasfalt av totalt tillverkad mängd asfalt
		ton	%
Varm återvinning i verk	Samtliga lager:		Medelvärde: 7
	2008	115 000	6
	2009	144 000	8
	2010	125 000	8
Remixing och Remixing plus	Slitlager:		
	2008	74 000	-
	2009	53 000	-
	2010	66 000	-
Kall och halvvarm återvinning i verk	Samtliga lager:		Medelvärde: 32
	2008	121 000	30
	2009	146 000	51
	2010	66 000	17

Återvinning – entreprenör 2

Tabell 5 Sammanställning av asfaltåtervinning 2008-2010 (entreprenör 2).

Återvinnings- teknik	Belägnings- typ	Total mängd returasfalt	Andel returasfalt av totalt tillverkad mängd asfalt
		ton	%
Varm återvinning i verk	Samtliga lager:		Medelvärde: 5
	2008	18 000	7
	2009	12 000	5
	2010	5 000	3
Remixing och Remixing plus	Slitlager: 2010	47 000	-
Kall och halvvarm återvinning i verk	Samtliga lager:		
	2008	10 000	-
	2009	10 000	-
	2010	10 000	-

Återvinning – entreprenör 3

Tabell 6 Sammanställning av asfaltåtervinning 2008-2010 (entreprenör 3).

Återvinnings- teknik	Beläggings- typ	Total mängd returasfalt	Andel returasfalt av totalt tillverkad mängd asfalt
		ton	%
Varm återvinning i verk	Samtliga lager:		Medelvärde: 5
	2008	90 000	4
	2009	110 000	5
	2010	150 000	6
Remixing och Remixing plus	Slitlager:		
	2008	48 000	-
	2009	21 000	-
	2010	57 000	-
Kall och halvvarm återvinning i verk	Samtliga lager:		
	2008	5 000	-
	2009	5 000	-
	2010	5 000	-

Återvinning – entreprenör 4

Tabell 7 Sammanställning av asfaltåtervinning 2008-2010 (entreprenör 4).

Återvinnings- teknik	Beläggings- typ	Total mängd returasfalt	Andel returasfalt av totalt tillverkad mängd asfalt
		ton	%
Varm återvinning i verk	Samtliga lager:		Medelvärde: 9
	2008	217 000	8
	2009	240 000	9
	2010	262 000	11
Remixing och Remixing plus	Slitlager:		
	2008	76 000	-
	2009	72 000	-
	2010	74 000	-
Kall och halvvarm återvinning i verk	Samtliga lager:		Medelvärde: 65
	2008	30 000	60
	2009	36 000	72
	2010	32 000	63

Sammanställning - asfaltåtervinning

Inblandningshalter

- Varm återvinning: 5-30 % asfaltgranulat
- Remixing: 0-30 % ny massa
- Kall och halvvarm återvinning: 0-20 % stenmaterial

Vi använder också returasfalt till bär- och förstärkningslager, ca 400 000 ton per år

Halter / mängder returasfalt

- 500 000 ton för varm återvinning i verk
- 230 000 ton vid Remixing och Remixing plus
- 155 000 ton kall och halvvarm återvinning i verk
- Andel returasfalt av totalt tillverkad asfaltmassa är drygt 10 %

Total mängd återvunnen returasfalt: 1-**1,5** milj. ton

Sammanställning - Asfaltgenbrug i Sverige

Genbrugsmateriale	Belægningstype	Genbrugsprocent interval for mængde	Årligt forbrug	Genbrugsprocent i forhold til totale mængde	Påvirkning af kvalitet - begrænsninger?	Miljømæssige eller arbejdsmiljømæssige problemer	Lovgivning	Potentiale for øget genbrug
Varmt genbrug på værk	Bærelag	30 %	500 000 ton	7 %	Begrænsninger finns för återvinning i slitlager (högtrafikerade vägar, TSK och PMB)	Tjärsfalt får inte återvinnas varmt	Lagring av returfalt kräver tillstånd (ska anmälas)	Relativt stor
	Bindelag	30 %						
	Slidlag	20 %						
In-situ remix	(Bærelag)	-	230 000 ton	50-100 %	Separationer, plastiska deformationer	Rökgaser, lukt men inga större problem,	-	Relativt stor
	Bindelag							
	Slidlag							
Koldt (halvvarmt genbrug – stabiliseret	Bærelag	-	150 000 ton	80-100 %	Olämpligt lägga sent på året	Inga större problem, tjärmassor måste täckas vid lagring, lukt vid återvinning av halvvarma tjärmassor	Lagring av returfalt kräver tillstånd (ska anmälas)	Relativt stor
	Bindelag							
	Slidlag							
Koldt genbrug – ikke stabiliseret	Bærelag	-	400 000 ton	50-100 %	God packning vigtigt	Inga större problem, tjärmassor måste täckas vid lagring	Lagring av returfalt kräver tillstånd (ska anmälas)	Relativt stor

Danmarks erfaringer med anvendelse af genbrug i vejbygning



1. Resumé

Genbrug af opbrudte/affræsede asfaltmaterialer startede i Danmark systematisk først i 1980'erne. Efter nogle prøveår, blev der udarbejdet udbudsforskrifter, der tager højde for at genbrug af asfaltmaterialer er samfundsmæssigt fordelagtigt og der var nogenlunde balance i mængderne der blev opbrudt og genanvendt. Store mængder blev genbrugt direkte "på vejen". Der var hverken særlig lovgivning eller regler, der modarbejdede dette.

I de senere år er der strammet en smule op på lovgivningen mht. anvendelse af genbrugsasfalt til ubundne bærelag på stier og andre områder udenfor de egentlige vejarealer, men især er der strammet op på kravene til materialesammensætning på nye belægninger på tungt trafikerede veje. Samtidigt er der på disse veje blevet meget mere almindeligt, at gamle slidlag vurderes uegnede til underlag for nye slidlag, hvorfor de affræses.

Samlet betyder det, at der i Danmark nu er en voldsom ubalance mellem opbrudt/affræset genbrugsasfalt og den mængde, der genanvendes til vejformål. Talmæssigt er det således, at der årligt indsamles næste 1 mio. tons genbrugsasfalt, men der genbruges kun ca. 400.000 t til vejformål. Resten oplages og må deponeres, hvis der ikke ændres på forudsætningerne - og holdningerne. Tabel over mængder og potentiale i varmblandet asfalt side 13. Vurdering af omsætning af kold genbrug side 16.

For deponering af værdifulde materialer er naturligvis samfundsmæssigt uholdbart - også selvom det kan ske miljømæssigt forsvarligt.

Den danske rapport beskriver mange gode erfaringer og anvendelsesmuligheder for genbrugsasfalt og der er opgjort et teoretisk beregnet potentiale for genbrugets omfang under forskellige forudsætninger.

Det bør være samfundets helt klare målsætning, at langt hovedparten af affræset eller opbrugt asfaltmateriale genbruges i nye vejbelægninger og kun en lille del anvendes som ubundne bærelag. Intet bør deponeres. Målsætningen kan nås ved

- Affræste slidlag oparbejdes in situ til bærelag.
- Genbrugsasfalt sorteres i langt højere grad, så rene klippegranitmaterialer holdes adskilt og accepteres genbrugt i nye høj kvalitetsslidlag
- Teknologien for oparbejdning på værker og in situ udvikles
- Mindre kurante genbrugsmaterialer bruges til stier og mindre befærdede veje. Der er helt klare forskrifter for en god udnyttelse.

Resultatet vil være bedre veje, en begrænsning af resourceforbruget, en nedgang i CO₂-udledningen og en bedre økonomi.

Opgaven er at få den økonomiske gevinst fordelt på en rimelig måde mellem parterne. Der skal være de rette incitamenter for den enkelte.

2. Varmt Genbrug

Opbrudt og nedknust asfalt kan oparbejdes og indgå i nye asfaltbelægninger ved oparbejdning på værk eller på vej.

Lovgivning på området

Genbrug af asfaltmaterialer til nye varmblandede asfaltbelægninger er lovgivningsmæssigt ikke underkastet særlige regler. Den almindelige miljølovgivning skal overholdes.

Anvendelsen af asfaltgenbrug i varmblandet asfalt er beskrevet i Udbudsforskrift for Varmblandet asfalt. For anvendelse gælder:

Genbrug på værk

Genbrug kan anvendes som angivet nedenfor under forudsætning af, at materialekravene til bitumen, stenmaterialer og filler er overholdt.

Genbrug kan anvendes i alle GAB materialer

I slidlag kan iblandes op til 30 % genbrugsmateriale

I ABB, hvor $\text{Æ}10 \leq 500$, kan der iblandes op til 30 % genbrugsmateriale

Der må ikke iblandes genbrugsmaterialer i ABB hvor $\text{Æ}10 > 500$.

Materialekravene til bitumen, stenmaterialer og filler:

Bindemidler og klæbemidler skal være i overensstemmelse med udbudsforskriften "Bindemidler og klæbemidler – Specifikationer for bituminøse bindemidler til vejformål". Andre specificerede typer kan dog anvendes efter aftale med bygherren. Endvidere kan bitumen i genbrugte asfaltmaterialer indgå.

Entreprenøren skal specificere en værdi for penetration og blødhedspunkt for udgangsbitumen. Hvor der anvendes genbrug skal den af entreprenøren specificerede værdi tillige tage højde for bidraget fra bitumenandelen i genbrugsmaterialet.

Asfalttype	Stenmateriale	Indhold af lette korn i materialet ≥ 4 mm	Knusningsgrad	Flisethedsindeks/ Los Angeles værdi
AB å, PA å, SMA, TBk	Klippeskærver Stenmel	Maks. 6%	Ingen krav	Mindst FI ₂₀ Mindst LA ₃₀
AB t, PA t	Klippeskærver Stenmel Sand: Maks. Halv- delen af fin- fraktionen	Maks. 6%	Mindst C _{95/1} ≥ 4 mm	Ingen krav
AB t, PA t m. lokale materia- ler	Knust grusgravs- materiale. Stenmel Sand: Maks. Halv- delen af fin- fraktionen	Maks. 6%	Mindst C _{50/10} ≥ 4 mm	Ingen krav
ABB $\text{Æ}_{10} > 500$	Knust tilslag Stenmel	Maks. 8%	Mindst C _{100/0} ≥ 4 mm	Ingen krav
ABB $\text{Æ}_{10} \leq 500$	Knust grusgravs- materiale. Stenmel	Maks. 8%	Mindst C _{50/10} ≥ 4 mm	Ingen krav
GAB 0	Ingen krav	Maks. 8%	Mindst C _{50/30} ≥ 4 mm	Ingen krav
GAB I	Ingen krav	Ingen krav	Ingen krav	Ingen krav
GAB II	Ingen krav	Ingen krav	Ingen krav	Ingen krav

Bygherre erfaringer med belægninger m. indhold af asfaltgenbrug i dansk vejbygning

I henhold til vejreglerne kan der anvendes genbrug i bærelag (GAB II, GAB I, GAB 0), i binderlag (ABB ved $\text{Æ}10 < 500$) samt i nogle slidlag. Vejdirektoratet tillader anvendelse af genbrug op til de mængder vejreglerne foreskriver i bærelag (og binderlag). Dette har ikke påvirket kvaliteten i nedadgående retning. Til gengæld tillader Vejdirektoratet ikke genbrug i slidlag, hvilket primært skyldes at det ikke vurderes, at der sker en tilstrækkelig sortering af genbrugsmaterialerne. Desuden er det, på de stærkt trafikerede veje, hvor der anvendes høj kvalitetsslidlag, ikke muligt at anvende genbrug når vejreglernes krav skal opfyldes. Da langt hovedparten af statens veje er stærkt trafikerede er potentialet for genbrug i slidlag begrænset hos Vejdirektoratet. Situationen er noget anderledes hos kommunerne, hvor en stor del af vejnettet ikke bærer samme trafik som statens veje, og derfor udmærket kunne tage en andel asfaltgenbrug.

Gennem årene er der udført meget varmt genbrug på vej. Fra ca. midt i 80'erne til midt i 90'erne havde Vejdirektoratet den såkaldte "genbrugspakke", hvor en række arbejder blev udbudt med henblik på genbrug på vej. Det drejede sig om såvel slid- som bærelagsarbejder. Bærelagsarbejderne var skræddersyet til udførelse med mobile asfaltblande anlæg (Marinianlæg), som der en overgang var 3 af på det danske marked. Kvaliteten af disse genbrugsbærelag var fin, men ulempen var det ganske store miljøsvineri disse anlæg skabte. Hvis Marinianlæggene ikke af andre grunde var forsvundet fra danske marked var det sket af miljømæssige årsager.

For slidlagsarbejderne er der remixeren tilbage på det danske marked. Remix af slidlag er ganske fin metode. Prisen er under prisen på et nyt, jomfrueligt slidlag, men det er holdbarheden også. Og med den stadig voksende fokus på fremkommelighed er remix af slidlag på statens veje på retur. Remix har dog stadig en fremtid på veje med et forstærkningsbehov. Her kan foretages remix af det eksisterende slidlag samt tilsættes en del nyt materiale hvorved belægningen kan oparbejdes til et såkaldt "kombilag", som kan henligge uafdækket op til 5 år, hvorefter der udlægges slidlag. Herved kan bygherren strække likviditeten.

Genbrugs påvirkning af asfaltkvaliteten

Reelt anvendes der kun genbrug i de tætgraderede slidlag (PA og ABt) på grund af krav om rene klippeskærver i de øvrige slidlagstyper. I Danmark har vi ingen tradition for at håndtere affræsede slidlag særskilt, så de kan anvendes i andet end tætgraderede slidlag og har derfor heller ingen erfaring med hvordan tilsætning af genbrug påvirker kvalitet og levetid for de øvrige typer af slidlagsmaterialer. Der foregår netop nu en række udviklingsarbejder i branchen, der skal søge at belyse dette.

Branchen har til gengæld stor erfaring med tilsætning af knust asfalt i både tætgraderede slidlag, kombibelægninger, ABB $\text{Æ}10 \leq 500$ og bærelag. Årelang erfaring med disse materialer viser at egenskaberne oven i købet forbedres ved tilsætning af knust asfaltgenbrug. Dette skyldes at genbruget for en væsentlig del består af klippegranit, som ved tilsætning erstatter jomfruelige grusgravsmaterialer. Herved forbedres kvaliteten af tilslagsmaterialet, hvilket medfører øget styrke og stabilitet i asfaltbelægningen.

Miljøpåvirkning på kort og på lang sigt

Genbrug af asfalt ved asfaltfremstilling - påvirkninger på miljøet.

Når der ved fremstilling af asfalt tilsættes genbrug spares der både energi og CO₂. Dette viser beregninger foretaget af Martin Korsgaard fra Colas Danmark. Martin har ved at bruge programmet Ecologiciel beregnet, at der kan spares op til ca. 10 % CO₂ og ca. 11 % energi, hvis man tilsætter 40 % GMA ved fremstilling af asfalt. Beregning og forudsætninger er som følger:

Beregning af energi forbrug samt CO₂eq udledning ved anvendelse af forskellige mængder GMA

Der er foretaget en række beregninger med det formål at klarlægge de teoretiske besparelser af både energi og CO₂ udledning.

Beregningerne er foretaget på følgende grundlag:

8 cm GAB

1000 m²

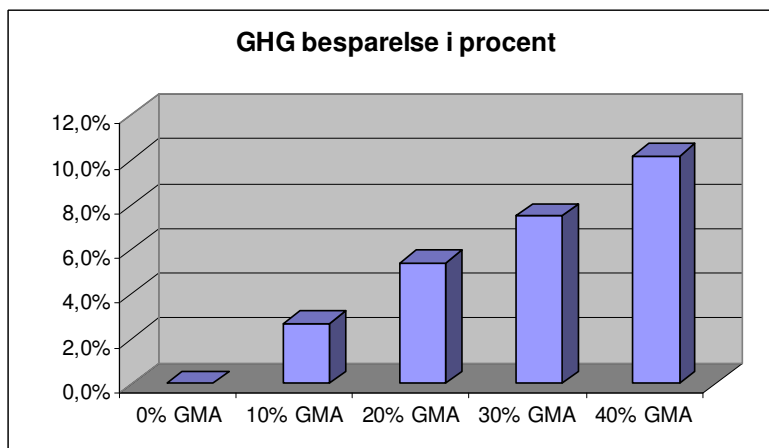
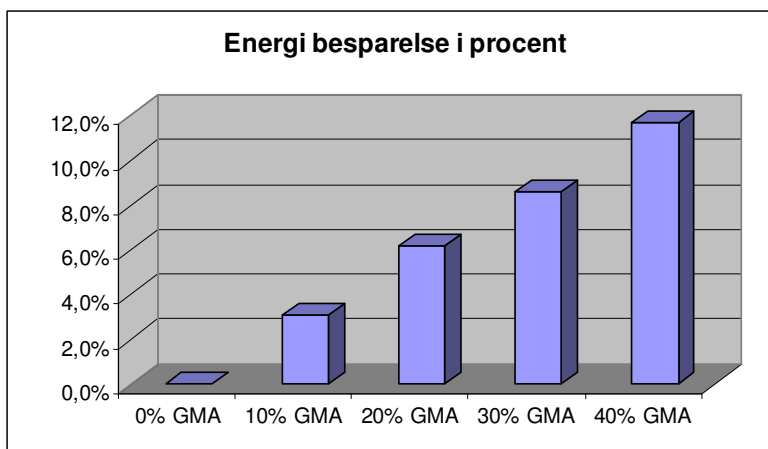
Identiske kørselsafstande i alle beregningerne

Anvendelse af energi og CO₂eq værdier for knust materiale

Bitumenmængden er fratrasket en mængde svarende til 4% af GMA mængden

Følgende processer er medtaget i beregningerne:

Bearbejdning af råmaterialer, transport af råmaterialer til asfaltfabrik, produktion af asfalt, transport af asfalt til udlægningssted, udlægning.



Som det ses på figurerne kan der spares helt op til 10% CO₂eq. Det skal bemærkes at der som nævnt er regnet på alle processer fra råvarebearbejdning til og med udlægning. Medtages udlægning og transport til udlægning ikke, vil besparelsen naturligvis procentuelt blive større.

Ud fra denne beregning må det konkluderes, at det er fornuftigt at bruge GMA ved asfaltfremstilling. Miljøet vil, hvis der ikke tilsættes GMA i asfaltfremstillingen, blive udsat for en unødvendige CO₂ udledning.

Herudover giver det en mindre råstofudnyttelse. Der skal indvindes mindre mængder råstoffer, når der tilsættes GMA. Og endelig skal den mængde GMA, som bliver brugt ikke deponeres.

Muligheder for senere genanvendelse af belægningsmaterialerne

Der er ikke noget der hindrer senere genanvendelse af belægningsmaterialerne indeholdende asfaltgenbrug. Det er et krav, at asfaltmaterialer med indhold af genbrugsasfalt har samme egenskaber som det tilsvarende materiale uden tilsat genbrug. Dette betyder, at recepten justeres, ved tilsætning af genbrug, på en sådan måde, at krav til bindemiddel-egenskaber, kornkurve samt Marshallkrav overholdes.

Muligheder og begrænsninger ved håndtering:

På værk:

De brugte genbrugsmaterialer modtages på asfaltfabrikkerne enten som opbrudte flader eller som affræset materiale der er grovere nedknust.

Affræset materiale kan umiddelbart genanvendes som alternativ til stabilgrus uden yderligere nedknusning, og dermed kan en knusning spares.

Såfremt asfaltmaterialerne skal genanvendes i asfaltproduktionen er en nedknusning i de rette fraktioner nødvendig.

Ofte blandes alle genbrugsmaterialerne ved deponering på pladserne ved asfaltværkerne, men en kildesortering af de forskellige asfalttyper f. eks. fra affræssede belægninger kan medføre en øget anvendelse af asfaltgenbrug i de øvre belægningstyper, da bindemiddel og stenkvalitet da vil være kendt.

En kildesortering og dermed sortering i materialetyper vil stille krav til større befæstede arealer til opbevaring på asfaltfabrikkerne.

Som følge af store udsving i asfaltproduktionens mængder og typer af belægninger, kan der være behov for store lagerkapaciteter på asfaltfabrikkerne. De fleste asfaltfabrikker er miljøgodkendte, med et maksimum tilladeligt oplag af asfaltgenbrugsmateriale, hvilket kan begrænse genanvendelsen i produktionen, da man kan være nødsaget til at afhænde materialerne til andre formål. Alternativt anvendes materialerne derfor som vejfyld på grusveje og som stabilgrus.

Såfremt krav til afledning af overfladevand via olieudskillere overholdes, bør der ikke være begrænsninger på oplaget af asfaltmaterialerne, da man derved bedre får muligheden for at anvende materialerne hvor de kan opnå størst værdi.

Genanvendelsen af asfaltgenbrugsmaterialer i asfaltproduktionen er afhængig af udstyret på de enkelte asfaltværker.

De fleste asfaltværker kan anvende 15-20% genbrug ved tilsætning enten i blanderen eller tørretromlen, flere har begge muligheder, og man kan derved genanvende 40-50%. Ved anvendelse af en såkaldt paralleltromle kan man genanvende op mod 100%, dog med begrænsning i forhold til kornkurvens krav.

Andelen af genbrugsmateriale er i nogen grad afhængig af fugtindholdet i materialet, derfor kan det være en fordel at overdække materialerne.

Det kan tillige være nødvendigt at knusning til finere fraktioner først sker lige inden anvendelsen, da materialerne ellers har en tendens til at "brænde" sammen.

På vej

Ved genbrug på vej, in situ udlægning af genbrugsasfalt, opvarmes den eksisterende asfaltbelægning i 6-7 cm's dybde. Den særlige fræser, blander og udlægger i ét, kaldet Remixer, river herefter de øverste 3 – 4 cm af den eksisterende belægning op, og asfalmaterialet føres ind i Remixeren. Her tilføres nye asfalmaterialer, som blandes sammen med den oprevne asfalt. Der tilsættes også ny bitumen. Mængden af nyt asfalmateriale og bitumen er fastlagt forinden produktionen, efter analyser af den eksisterende belægning, og tilpasset hvert enkelt konkret belægningssammensætning.

Den opgraderede genbrugsasfalt udlægges i samme arbejdsgang, varmt i varm, i det opvarmede bassin og komprimeres efterfølgende med asfalttromler.

Herved er vejbelægningen genbrugt på stedet, og renoveret i en enkelt arbejdsgang på stedet.

Forstærkningsbehov

Er behovet for vejbelægningen en forstærkning pga. manglende bæreevne, kan genbrug på vej også anvendes. Her tilsættes GAB materialer med skærver, som blandes med den eksisterende asfaltbelægning. Bitumen kvaliteten er ligeledes tilpasset det særlige behov. Dette er en anden måde at udlægge et bærelag på, hvor genbrugsmaterialet tages direkte på stedet. Det betyder som følge deraf at behovet for afdækning med slidlag er det samme, som ved udlægning af fabriksfremstillet bærelagsmaterialer.

Renovering forinden udlægning af slidlag

Udlægning af slidlag kan ske samtidig med udførsel af genbrug på vej. Er den eksisterende asfalt velgradueret og nedslidt, genbruges asfaltbelægningen i 3 – 4 cm's dybde efter tilsætning af ny bitumen i tilpasset mængde. Det renoverede asfalmateriale udlægges med nyoprettet profil, hvorpå slidlaget udlægges ved en ekstra udlægger på samme remixer, varmt i varmt. Materialet komprimeres, og der er udført en total renovering af vejbelægningen ved genbrug af den eksisterende asfaltbelægning og samtidig udlagt nyt slidlag.

Forstærkningsbehov og nyt slidlag

Forstærkning af belægningen i forbindelse med udlægning af nyt slidlag, kan ske ved udlægning af skærver foran remixeren. Herved blandes de nye skærver sammen med genbrugsasfalten ved oprivning og i blanderen, hvor også den nye bitumen i blandes. Det opgraderede genbrugsasfalt udlægges igen med nyt oprettet profil. Det nye slidlag udlægges umiddelbart ovenpå i samme arbejdsgang, og komprimeres med tromler

Begrænsninger

Genbrug på vej kan udføres på alle asfaltveje, hvor asfaltlagene tilsammen har den tilstrækkeligt tykkelse, 3- 4 cm som minimum.

Har vejbelægningen skader, som går dybere end dybden der remixes, vil genbrug på vej ikke være den optimale reparationsmetode.

Meget ødelagte og udtørrede asfaltbelægninger vil kræve tilsætning af en større mængde nye asfaltmateriale og ny bitumen. Det vil fordyre arbejdet, men fordelene ved at genbruge det eksisterende materiale på stedet vil fortsat være til stede. Alternativet er at bortfræse asfalten og køre den til nedknusning og evt. genbrug i varmtblandet asfalt på fabrik.

Økonomi og samfundsøkonomi

En million ton opbrudt/knust asfalt skal genbruges årligt.

En miljø- og samfundsmæssig opgave, der kun kan løses i fællesskab mellem entreprenører, Vejdirektoratet og kommunerne.

Firmaerne i asfaltindustrien er ret stolte over at være en branche, som på en fuld miljømæssig forsvarlig måde kan genbruge hele sit eget produkt. Dette blev muliggjort op gennem firserne ved indarbejdelse af genbrug i AAB for Varmblandet asfalt samt ved en fælles indsats fra Vejdirektoratet, amterne og industrien. Miljøstyrelsen godkendte desuden brugen af opbrudt asfalt til vejbygningsformål. Det skønnes at ca. en tredjedel af den knuste asfalt genbruges i ny varmblandet asfalt og resten anvendes som ubundne bærelag. Desværre oplever vi i disse år en væsentlig større tilgang af opbrudt og affræset asfalt end det er muligt at anvende. Dette giver en voldsom ophobning på landets asfaltfabrikker.

En af begrænsningerne for anvendelse af knust genbrug i ny varmblandet asfalt er at nogle kunder helt eller delvist frabeder sig dette på trods af AAB Varmblandet Asfalt gennemarbejdede krav sæt for tilsætning.

Det er åbenlyst, at en øget genanvendelse af asfaltmaterialer kan medføre en økonomisk gevinst for bygherren og for samfundet som helhed.

Bitumen udgør 5-6 % af en asfaltbelægning, og med de nuværende høje oliepriser og dermed også høje bitumenpriser, er det den dyreste bestanddel i et asfaltmateriale og tillige en importvare, dette vil umiddelbart medføre en samfundsbesparelse også på national-økonomisk plan.

Stenmaterialer kan være importerede eller fra danske grusgrave, og genanvendelse kan

ligeledes medføre en samfunds- og nationaløkonomisk besparelse.

Der anvendes under 10% asfaltgenbrugsmateriale i den samlede asfaltproduktion i dag svarende til ca. 300.000 ton. Der opgraves og affræses ca. 1 mio ton asfaltmaterialer årligt, hvilket medfører alternativ anvendelse eller deponering af ca. 700.000 ton årligt.

Såfremt genanvendelsen øges til ca. 30 % i varmblandet asfalt i gennemsnit, vil der tilnærmelsesvis blive balance i regnskabet. En sådan øgning af genanvendelsen, vil medføre en nationaløkonomisk besparelse i størrelsesordenen 150-200 mio. kr./år.

Dette vil medføre øget krav til asfaltindustrien i form af øgede investeringer til genanvendelse på asfaltværkerne.

Det vi dog også forudsætte at kunderne vil tillade en højere genbrugsprocent i belægnin-
gerne incl. de øvre lag.

Potentiale for øget anvendelse af genbrug i varmblandet asfalt

Såfremt landets kommuner og Vejdirektoratet til ikke udelukker asfaltgenbrug som en råvare i deres slidlagsbelægninger, giver det umiddelbart et øget potentiale. Det virker desuden helt oplagt med en ændring af AAB for Varmblandet asfalt, så der gives mulighed for at anvende affræsede slid- og bindelag i nyudlagte bindelag ABB Æ10 > 500.

Hos entreprenørerne kan plads og fabriksudformning, virke begrænsende for anvendelsen af større mængder genbrug i varmblandet asfalt.

Vejreglerne giver mulighed for tilsætning af op til 100 % genbrug i bærelag. Dette er endnu ikke almindelig praksis i Danmark. Ofte bliver mængden af tilsat genbrug afgjort af asfaltfabrikkens genbrugsdoseringssystem, med op til 50 % genbrug i et bærelag. Der findes forskellige metoder for dosering af genbrug på en asfaltfabrik.

Genbrugsdosering til varmelevator. Denne form for genbrugsdosering er den mest almindelige, og metoden er egnet for tilsætning af 10 til 15 % asfaltgenbrug, afhængig af fugtindholdet i den knuste asfalt.

Genbrugsdosering via tilsætningsring på tørretromlen. Metoden er egnet for tilsætning af 15 til 20 % asfaltgenbrug, afhængig af fugtindhold.

Genbrugsdosering via vægt til blander. Metoden er egnet for tilsætning af 25 til 30 % asfaltgenbrug, afhængig af fugtindhold.

Genbrugsdosering via paraleltromle/genbrugstromle til blander. Metoden er egnet for tilsætning af op til 50 % asfaltgenbrug.

I fremtiden vil vi få mulighed for tilsætning af op til 100 % knust genbrug. Der arbejdes allerede nu med fabrikstyper, hvor man kan opvarme knust genbrug til normal udlægnings-temperatur. Fabrikken er traditionel i sin grundopbygning, men består desuden af en genbrugstromle, som opvarmer genbrugsgranulat ved hjælp af varm luft. På denne måde undgås nærhed mellem brænderens flamme og genbrugsganulatet. Tromlen og anlægsudbygningen er endnu en prototype, som godt nok fungerer i daglig drift, men som der løbende udvikles på. Meget interessant er det, idet man således kan forestille sig en tørre-tromle, som opvarmer materialerne med varm luft, i stedet for direkte opvarmning med en flamme. Dermed kan man forestille sig sammenblanding af jomfrumaterialer og knust genbrug i et hvilket som helst forhold.

Åbnes der for at genbrug kan anvendes i slid- og bindelag med krav om tilslag af ren klip-peggranit (SMA, ABå, TBk, ABB $\text{Æ}10 > 500$) vil det kræve en skarpere sortering af de indkomne genbrugsmængder. Det vil ligeledes kræve knusning til flere fraktioner idet 0/16 fraktionen, der typisk anvendes i bærelag har for stor en maksimal kornstørrelse til slidlagene. Her er en 0/8 fraktion mere anvendelig. Den ekstra håndtering er ikke i sig selv en begrænsning, men det kan derimod den ekstra lagerplads være. Dette er dog en problematik vi med glæde vil gå i gang med at løse, hvis/når det er gjort muligt i kravsættet og der er sikkerhed for aftag af de færdige asfaltmaterialer med genbrug.

Som det fremgår af skemaet på næste side er der et meget stort potentiale for varmt genbrug - men realisering forudsætter accept fra bygherren, en bedre håndtering af genbrugsmaterialer og investeringer i teknologi.



NVF Belægninger 2011

Tabel: Potentiale for at anvende asfaltgenbrug i ny varmblandet asfalt i Danmark

	Gennemsnits- produk. i DK 2005-09	Krav i VR for tilladt genbrug	Muligt genbrug	Muligt ift. VR + krav til produkt	Muligt gen- brug pba. produkt)*	Muligt koldt genbrug (20%)	Muligt varmt genbrug (50%)	Muligt gen- brug på fabrik (26%)⌘	Aktuelt genbrug i DK
Asfalttype	Tons	Procent	Tons	Procent	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons
PA	362.085	30%	108.626	24%)Φ	86.900	72.417	181.043	94.142	
AB	614.757	30%	184.427	24%)Φ	147.542	122.951	307.379	159.837	
SMA	235.204	30%	70.561	0%	0	47.041	117.602	61.153	
TBk	62.445	30%	18.734	0%	0	12.489	31.223	16.236	
ABB)#	180.932	15%	27.140	15%	27.140	36.186	90.466	47.042	
GAB 0	921.702	100%	921.702	80%	737.362	184.340	460.851	239.643	
GAB I	347.421	100%	347.421	85%	295.308	69.484	173.711	90.329	
GAB II	197.097	100%	197.097	85%	167.532	39.419	98.549	51.245	
Sum	2.921.643		1.875.707		1.461.784	584.329	1.460.822	759.627	240.724
Muligt genbrug			64%		50%	20%	50%	26%	8%

)* Kravet til stenmateriale i Vejreglerne betyder, at genbrug reelt ikke anvendes i PAå, ABå, TBk og SMA.

Forholdet mellem PAå/PAt og ABå/ABt er sat til 20%/80%.

⌘ Forholdet mellem asfaltfabrikker i DK med varmt og koldt genbrug er sat til 20%/80%.

I forhold til Vejreglerne antages det, at der kan komme 30% genbrug i halvdelen af ABB => 15% for al ABB.

Φ Under forudsætning af slidlagsfræs af granit.

3. Kold Genbrug

Ved kold genbrug af asfaltmaterialer forstås anvendelse af de opbrudte/knuste belægningsmaterialer ved indbygning uden genopvarmning til en asfaltblanding-

Lovgivning på området

Udlægning af knust asfalt på veje og pladser er reguleret af Miljøministeriets "Cirkulæreskrivelse om anvendelse af opbrudt asfalt til vejbygningsformål m.v.", CIS nr. 14005 af 15/07/1985, se bilag 1.

Cirkulæret angiver, at anvendelse af opbrudt asfalt til almindelige bygge- og anlægsarbejder ved vejbygning mv. ikke er omfattet af miljøbeskyttelseslovens § 11 (nu § 19). Det vil sige, at det ikke er nødvendigt at indhente tilladelse efter miljøbeskyttelsesloven, når opbrudt asfalt anvendes til bundsikring og befæstelse af veje, stier, pladser og lignende, uanset om disse forsynes med vandtæt bærelag/slidlæg eller ikke. Er der tale om egentlige vejanlæg kan den knuste asfalt indgå i bundsikringen og/eller nedknust i stabilgruset. Den samlede tykkelse af konstruktionen kan være op til 1 meter. Er der tale om udlægning, der alene har stabiliseringsformål, må lagtykkelsen ikke være mere end 50 cm.

Derimod kræves der godkendelse i henhold til miljøbeskyttelseslovens kapitel 5, hvis der etableres permanente eller midlertidige deponier af opbrudt asfalt. Indgår sådanne deponier af opbrudt asfalt i større bygge- eller anlægsarbejder, f.eks. dæmninger ved vej- eller brobyggeri, er disse deponeringer ligeledes godkendelsespligtige.

Bygge- og anlægsaffaldsbekendtgørelsen (bekendtgørelse nr. 20 fra 11. januar 2010) indeholder krav om, at asfalt skal udsorteres.

I en vejledende udtalelse fra Miljøministeriet vedrørende anvendelse af rent asfalt uden godkendelse fra 13. august 2010 er præciseret i hvilket omfang, det efter styrelsens opfattelse er muligt at anvende opbrudt asfalt i bygge- og anlægsarbejder uden konkret tilladelse efter miljøbeskyttelseslovens §§ 19 eller 33. På baggrund af de stramninger på miljøområdet, der er sket siden 1985, er der efter den nuværende miljøbeskyttelseslovs § 19 krav om tilladelse, hvor stoffer, produkter og materialer kan forurene grundvand, jord og undergrund nedgraves i jorden, udledes eller afledes til undergrunden. På tidspunktet for cirkulæreskrivelsens udstedelse omfattede den daværende § 11 alene en beskyttelse af grundvandet og altså ikke af jord og undergrund, som § 19 i dag også har som beskyttelsesområde. Udtalelsen er vedlagt som bilag 2.

I Miljøstyrelsens høringsbrev angående udkast til bekendtgørelse om genanvendelse af restprodukter og jord til bygge- og anlægsarbejder mm. af den 8. november 2010 oplyses at styrelsen vil gennemføre en faglig udredning med henblik på at fastsætte regler om genanvendelse af asfalt i en kommende revision af restproduktbekendtgørelsen. Indtil da kan genanvendelse ske som hidtil på baggrund af cirkulæreskrivelsen fra 1985 og vejledende udtalelse fra Miljøstyrelsen.

I Danmark bliver der hvert år produceret en væsentlig mængde asfaltgenbrug i forbindelse med renovering af eksisterende vejbelægninger. Specielt i de senere år er det, meget store mængde asfalt, som affræses. Vejdirektoratet er den største leverandør af genbrugsasfalt, både fordi det er kutymen at udskifte slidlag, og fordi der i de sidste par år er tildelt ekstra ordinære bevillinger til indhentning af vedligeholdelsesefterslæbet på statsvejnettet.

Udbudsforskrifter for genbrugsmaterialer:

Krav til og udbudsbetingelser for ubundne bærelag af knust asfalt er beskrevet i rapport 132 fra Vejteknisk Institut, Vejdirektoratet fra 2004. Denne rapport udgør det tekniske grundlag for genanvendelse af knust asfalt til vejformål (En revideret udgave er under udarbejdelse og forventes udsendt i juni i år)

Materialerne skal være knust asfalt, der er blevet behandlet (knust og sorteret) på oparbejdningsanlæg.

Materialer skal ved en rimelig indsats af materiel kunne indbygge til et lag, der har fornøden bæreevne, frostsikkerhed, frostbestandighed samt slidstyrke.

Knust asfalt som bærelagsmateriale specificeres således:

Materialet må ikke indeholde skadelige mængder af planterester, muld, ler- og siltklumper, og kun en ringe mængde af naturlige grusmaterialer.

Graderingen skal overalt være indenfor de i nedenstående tabel for knust asfalt angivne værdier (jf. DS/EN 13285, kategori OC75, GP, UF9 og LNN).

Knust asfalt				
Sigte mm	Gennemfald %		Deklarationsværdier	
	Min.	Max.	Min.	Max.
31,5	100	-		
16	75	99		
8	43	81	54	72
4	23	66	33	52
2	12	53	21	38
1	6	42	14	27
0,5	3	32	9	20
0,063	0	9	0	9

Fraktionsindhold i %

Sigte	Min.	Max.
4-8	7	30
2-4	7	30

Materialernes kvalitet skal kontrolleres fortløbende. Der skal udføres mindst én materialeanalyse omfattende sigteanalyse pr. påbegyndt ca. 500 m³. Ved brug af materialer fra firmaer, der er certificeret af akkrediteret certificeringsorgan, kan frekvensen for den ovennævnte modtagekontrol nedsættes til en sigteanalyse pr. 2500 m³.

Overskud af genbrugsasfalt

Der genbruges så meget som muligt på asfaltværkerne, især til produktion af GAB, men der er begrænsninger i udbudsforskrifterne og fra bygherre siden. Dvs. resten af ca. 1 mil. tons genbrug skal genanvendes kold. Miljøstyrelsen af udstedt et cirkulære hvorved det tillades at anvende knust opbrudt asfalt, genbrugsasfalt til bundsikring og befæstelse af veje, stier, pladser m.v.. Bæreevnen kan regnes for værende mindst svarende til traditionelt stabilt grus. Dog frarådes det at anvende genbrugsasfalt under områder med vedvarende statiske påvirkninger, da deformationerne erfaringsmæssigt bliver større end ved anvendelse af stabilt grus.

Asfaltfirmaernes brancheorganisation "Asfaltindustrien" udarbejder årligt en opgørelse over salg af knust genbrugsasfalt. Denne opgørelse viser, at der de seneste 3 år er solgt omkring 150.000 tons om året, hvoraf langt den største del anvendes som ubundet bærelag. Ét firma er ikke med i brancheorganisationens opgørelse og nogle kommuner og entreprenører anvender selv genbrugsasfalt, typisk i forbindelse med fræseopgaver. Desuden håndterer flere professionelle genbrugsfirmaer også genbrugsasfalt. Derfor er mængden, som anvendes uden stabilisering, noget større end 150.000 tons.

Genbrug som bærelag

Dvs. kold genbrugsasfalt kan som knust asfalt anvendes som ubundne bærelag under veje og pladser. Her erstatter den knuste genbrugsasfalt stabilt grus i opbygningen. Det er ikke så nemt at komprimere knust asfalt som traditionelt stabilt grus, og derfor bør det enkelte lag ikke overstige 15 cm ved indbygningen.

Ved større anlægsarbejder kan der således anvendes store mængder genbrugsasfalt. Vejdirektoratet har dog besluttet at der ikke må indbygges knust genbrugsasfalt i statsvejnettet. Det begrænser brugen af kold genbrug væsentligt, idet Vejdirektoratet er bygherre på hovedparten af de større anlægsarbejder.

Opgradering af grusveje

Kold asfaltgenbrug anvendes derfor også på grusveje, hvor man ønsker en mere modstandsdygtig belægning. Der udlægges genbrugsasfalt som efterfølgende komprimeres ved tromling, evt. med forvanding. For at tætte belægningen dækkes genbrugsasfalten af

med en overfaldebehandling. Det giver en stabil og meget holdbar vejbelægning, og det bliver udført på en del veje i sommerhusområder.

Genbrugsasfalten kan udlægges på mindre privatfælles veje uden en overfaldebehandling, blot vandet og komprimeret grundigt. Sådan anvendes en lille del af asfaltgenbrugen på private adgangsveje, som ellers ligger i grus.

Renovering af ødelagte vejbelægninger

Mindre kommuneveje med en alvorlig nedbrudt belægning kan renoveres vha. genbrugsasfalt og gennemfræsning. Der udlægges et lag genbrugsasfalt på den eksisterende ødelagte belægning. Herefter gennemfræses den eksisterende belægning sammen med den nyudlagte genbrugsasfalt. Den gennemfræste masse vandes og tromles for at komprimere hele belægningen. Dette nye bærelag kan efterfølgende dækkes af med en fleksibel belægning som f.eks. overfladebehandling.

Kantfyld

Knust asfaltgenbrug er et meget velegnet materiale til kantfyld langs vejene. Især langs veje, som er for smalle til den aktuelle trafikbelastning. Det giver dog problemer i forhold til miljøet. Rabatmaterialet bliver ved brug af asfaltmaterialer mere forurenet, og det er ikke ønskeligt i nogen kommuner. Idet der udlægges asfaltgenbrug uden for kørebanen på smalle veje, giver det indtryk af at kørearealet er blevet bredere og trafikken flyttes længere ud i forhold til vejkaften. De ulemper betyder at forbruget af genbrugsasfalt til kantfyld er forholdsvis begrænset.

Udførelse

Samtidig levering fra mere end et produktionssted må kun finde sted efter forudgående aftale med bygherren.

Materialerne skal læsses, transporteres og aflæsses på en sådan måde, at forurening og skadelig afblanding undgås.

Udlægning skal foregå ved metoder, der hindrer skadelig afblanding og sikrer en ensartet fordeling af materialerne.

Komprimering skal udføres med materiel, der giver en ensartet komprimering i hele bærelagets tykkelse. Komprimeringen skal udføres umiddelbart efter udlægningen og med tilstræbt optimalt vandindhold eller højere.

Eventuel vanding skal foretages kort før komprimeringsarbejdet, og der skal sikres muligheder for bortledning af overskydende vand ved komprimeringsarbejdet.

Knust asfalt skal indbygges således, at den færdigkomprimerede tykkelse af de enkelte lag ikke overstiger 15 cm.

Komprimeringskravet er, at bærelaget komprimeres således, at komprimeringsgraden bliver større end 92 % vibration ved 0 og let trafik (og 95 % vibration ved middel og tung trafik) i mindst 90 % af laget. Sandsynligheden for at godkende et komprimeringsarbejde, der ikke opfylder kravet, må ikke overstige 25 %.

Som kontrolregel kan anvendes enten gennemsnit/mindsteværdi eller statistisk formulerede kriterier.

Fastlæggelse af trafikklasse skal foretages af bygherre ved udbud.

Kvalitet af færdigt materiale

For knust asfalt anvendt som ubundne bærelag, der opfylder kravene i rapport 132, er E-værdien mindst af en størrelsesorden som traditionelle stabilt grus bærelag. Hvis man ikke har foretaget målinger på det enkelte bærelag, kan ved dimensionering anvendes en E-værdi på 300 MPa.

Det antages, at opvarmning af knust asfalt inden udlægning vil forøge lagets stabilitet og bæreevne. Betingelser, beskrivelser og dimensioneringskonsekvenser for eventuel udlægning af asfalt på denne måde må vurderes i den enkelte situation.

Større vedvarende statiske påvirkninger på lag af knust asfalt giver erfaringsmæssigt anledning til større deformationer, end de samme påvirkninger giver anledning til på naturligt, stabilt grus. Det frarådes derfor at bruge materialet til ubundne bærelag i befæstelser, på hvilke der kan forventes sådanne belastninger.

Knust asfalt kan anvendes som ubundne bærelag i befæstelser for veje, stier og pladser i alle trafikklasser.

Der foretages ikke vurdering af modstandsevne mod knusning for knust asfalt.

Sandækvivalenten er ikke egnet til vurdering af knust asfalt.

Hvis der lokalt forekommer knust asfalt med uønskede funktionsegenskaber, f.eks. materiale der er fremkommet ved ren opfræsning i tynde lag, således at kornformen er uhen-sigtsmæssig, bør bygherren sikre kvaliteten ved at stille skærpede krav. Dette kan beskrives i den tilhørende arbejdsbeskrivelse.

Vandindholdet i knust asfalt har meget stor betydning for komprimerbarheden, idet vandet under komprimeringen tjener som smøremiddel mellem kornene.

Et større vandindhold end det optimale (op til 2-4 % mere) vil have en smørende og dermed positiv indvirkning på komprimeringsarbejdet, specielt i den situation hvor fillerindholdet i den knuste asfalt er lavt. Da vand bevæger sig hurtigt gennem knust asfalt, foretages vanding umiddelbart før komprimeringsarbejdet.

Da knust asfalt er et sammensat materiale bestående af bitumen, sand og sten er komprimerbarheden bl.a. afhængig af bitumentemperaturen. Komprimerbarheden stiger med stigende temperatur. Udlægning og komprimering kan derfor med fordel udføres i perioden april-november, idet det i kolde perioder kan være vanskeligt at opfylde de stillede komprimeringskrav.

Da knust asfalt er sværere at komprimere end traditionelt stabilt grus, må den færdigkomprimerede tykkelse af de enkelte lag knust asfalt ikke overstige 15 cm. Generelt må entreprenøren påregne at skulle anvende materiel med stor komprimeringsenergi, dvs. tungt komprimeringsmateriel med lille frekvens og stor amplitude. Overfladen kan med fordel lukkes med gummihjulstromle.

links:

http://www.mst.dk/Virksomhed_og_myndighed/Affald/den_nye_affaldssektor/Affaldsbekendtgørelsen/Om_bygge_og_anlaegsaffaldsBEK/

<http://www.statensnet.dk/pligtarkiv/fremvis.pl?vaerkid=35132&repid=1&iarkiv=1>

Ledningsarbejde i vejopbygning med ubunden bærelag af knust asfalt.

Grundlæggende skal Udbuds- og Anlægsforskrifterne for Ledningsgrave følges. Forskrifterne angiver ikke noget specifikt for knust asfalt som grusbærelag.

Udbuds og anlægsforskrifterne for ubundne bærelag af knust asfalt specificerer 4 kvaliteter: knust asfalt (KA) 0/16 mm og 0/31,5 mm, knust asfalt og beton (KAB) I og II. Materialeegenskaberne for knust asfalt og beton er på visse punkter forskellige fra ren knust asfalt og behandles ikke i dette afsnit.

Udbuds og anlægsforskrifterne for knust asfalt omfatter ikke anvendelse som bundsikring eller fyldmateriale. Der findes dog et 0/8 mm produkt fra især opfræsedde slidlag, der kan anvendes som bundsikring. Eventuelt som bærelag på arealer uden biltrafik.

Udbuds- og Anlægsforskrifterne for Ledningsarbejder er her gengivet i uddrag:

2.2 Oplukning

Alle opbrudte asfaltmaterialer køres til et af miljømyndighederne godkendt aflæsningssted.

Oplukning beskriver her fjernelse af de varmblandede asfaltmaterialer. De køres typisk til asfaltværk for oparbejdning. Materialet kan ikke anvendes direkte som bærelag, dertil skal det først oparbejdes. Man kan dog overveje genanvendelse som bundsikring, hvis den eksisterende vejkasse er udført med bundsikring af knust asfalt.

2.3 Ledningsgrav

Opgravede materialer skal i størst muligt omfang lagvis genindbygges til oprindelig placering.

Det betyder at der som grusbærelag i ledningsgraven skal indbygges knust asfalt. Reglerne angiver krav til kornkurven for at sikre den fornødne stabilitet efter indbygning. Spørgsmålet er om materialet kan genindbygges flere gange uden at nedbrydes. Forsøg hvor kornkurven bestemmes før og efter indbygning viser sigtekurve på materiale udtaget

fra borekerne en lille (2-4 %) og jævn nedknusning af materialet.

Dette forhold kunne dog med fordel undersøges hvor prøven efter indbygning udtages ved opgravning og som en repræsentativ prøve svarende til metoden for Stabilt Grus. Men nedknusningen synes at være af mindre betydning end komprimeringsenergien og vandindholdet for at stabiliteten opnås.

Hvis renden retableres midlertidigt op til overkant asfalt, svarende til metode 4, kan materialet med fordel genanvendes som topfyldning indtil hele arbejdet er afsluttet. Når dette lag senere fjernes, gerne ved fræsning, for at gøre plads til varmblendet asfalt køres det til godkendt aflæsningssted.

Udbuds og anlægsforskrifterne for knust asfalt angiver også at knust asfalt kun i ringe grad må indeholde mængder af naturlige grusmaterialer. Det betyder at materialerne skal holdes adskilt under opgravning og deponering, hvilket også er krævet i Udbuds og anlægsforskrifterne for ledningsarbejder:

Materialer, der genanvendes, skal anvendes samlet således, at genanvendte og nye materialer ikke blandes.

Det vil kræve en ændring af praksis for mange entreprenører.

Af Udbuds og anlægsforskrifterne for knust asfalt fremgår det at komprimering af knust asfalt kræver stor komprimeringsenergi og højt vandindhold. Vand som skal kunne bortledes fra materialet under processen. Det betyder at ledningsgraven skal have en bredde der gør det muligt at arbejde med tungt komprimeringsudstyr og at vandet kan komme væk. Vandet løber let gennem materialet og vandindholdet bør ligge 2-4 % over det optimale. Vanding skal foretages umiddelbart før komprimering.

Dokumentation af komprimering forgår ved måling efter isotopmetoden, hvilket kræver særlig opmærksomhed på materialets indhold af bitumen som registreres som vandindhold i forhold ca. 1:1. Den målte tørdensitet kan derfor ikke direkte anvendes, men skal korrigeres efter nærmere anvisning jf. forskrifterne.

Det er vigtigt at gøre branchen opmærksom på at når knust asfalt anvendes til indbygning som grusbærelag er der tale om et oparbejdet produkt med deklaration. Det er vigtigt at de godkendte materialetyper implementeres hos entreprenører og tilsynsførende for at undgå misforståelser.



Materiale gravet op ved undersøgelse af retablering efter ledningsarbejde. Entreprenøren kaldte laget for stabilt grusbærelag og fortalte at han kan indbygge det i lag af 50 cm's tykkelse.

Man kan konkludere, at det er muligt at udføre konditionsræssig retablering, hvis der tages de nødvendige forholdsregler som beskrevet ovenfor. Men der er stor risiko for sammenblanding af fræsedede produkter og KA fra grusbærelag med konsekvens for bæreevnen af den færdige retablering.

Det vil være hensigtsmæssigt at finde genanvendelse for knust asfalt efter opgravning i en anden del af ledningsgraven, f.eks. bundsikring eller tilfyldning. Men det vil kræve udarbejdelse af retningslinjer svarende til dem der nu er udkommet for knust asfalt som ubundne bærelag og en tilkendegivelse fra Miljøstyrelsen.

Koldt / halvvarmt genbrug

I Danmark er der ikke udført forsøg med halvvarmt genbrug, men der er udført en del forsøg med koldt asfaltgenbrug, stabiliseret med emulsion. I forsøgene er der typisk anvendt 85 – 100 % genbrugsasfalt, som tilsættes emulsion i en batchblander eller i en kontinuert blander. Den resterende 0 – 15 % materiale er velsorterede stenmaterialer, som efter blandingen sikrer en tilfredsstillende kornkurve. Genbrugsasfalten kan være sorteret eller usortet.

Emulsionen er specialeemulsion, som er designet, så der opnås omhyldning af stenmaterialerne, uden at der sker en fuldstændig brydning inden indbygning. Emulsionsmængden



afhænger af bitumenmængden i genbrugsasfalten og den ønskede anvendelse for asfaltproduktet.

I perioden 2003 – 2006 forsøgte et firma at introducere og rutinemæssigt producere koldblandet asfalt, stabiliseret med emulsion. Der blev fremstillet både bærelag og slidlag, men produkterne havde en meget svingende kvalitet. Ved visuel vurdering virkede materialerne generelt ældre og mere tørre i overfladen, end tilsvarende varmblandede belægninger.

Firmaet blev i 2007 overtaget af et andet firma i branchen, og i 2007 – 2008 blev der udført enkelte strækninger, men herefter blev koldasfaltaktiviteterne lukket, da det var billigere at fremstille en traditionel varmblandet asfalt med 40 % genbrugsasfalt end en koldblandet asfalt baseret på emulsion.

Andre firmaer har også gjort forsøg med koldblandet asfalt i begrænset omfang.

Anvendelsen af stabiliseret koldt genbrug er således meget begrænset, og der findes ingen opgørelser over mængder.



Bilag 1:

Cirkulæreskrivelse om anvendelse af opbrudt asfalt til vejbygningsformål m.v.

Til samtlige kommunalbestyrelser,

amtsråd og Hovedstadsrådet.

Efter drøftelse med Miljøstyrelsen har Asfaltindustrien ladet foretage en undersøgelse af den mulige stofudvaskning fra opbrudt asfalt.

På baggrund af bl.a. denne undersøgelse har Miljøstyrelsen foretaget en vurdering af forureningsrisikoen ved anvendelse af opbrudt asfalt i forbindelse med bygge- og anlægsarbejder, herunder vejbygning m.v.

Det er herefter Miljøstyrelsens opfattelse, at anvendelse af opbrudt asfalt til almindelige bygge- og anlægsarbejder ved vejbygning m.v. ikke er omfattet af miljøbeskyttelseslovens § 11. Det vil sige, at det ikke er nødvendigt at indhente tilladelse efter miljøbeskyttelsesloven, når opbrudt asfalt anvendes til bundsikring og befæstelse af veje, stier, pladser og lignende, uanset om disse forsynes med vandtæt bærelag/slidlæg eller ikke.

Derimod kræves der godkendelse i henhold til miljøbeskyttelseslovens kapitel 5, hvis der etableres permanente eller midlertidige deponier af opbrudt asfalt, idet sådanne anlæg er omfattet af punkt 1 på bilaget til miljøbeskyttelsesloven. Indgår sådanne deponier af opbrudt asfalt i større bygge- og anlægsarbejder, f.eks. dæmninger ved vej- og brobyggeri, er disse deponeringer ligeledes godkendelsespligtige efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 5.

Baggrunden for kravet om godkendelse i disse tilfælde er dels, at der her er tale om store materialemængder på et begrænset område, som uanset, at der kun forventes små udvaskninger pr. volumenhed, alligevel kan medføre en grundvands- eller overfladevandsforurening, dels at der ved sådanne deponeringer også må tages hensyn til blandt andet støj- og støvgener.

Den ovenfor nævnte undersøgelse er foretaget ved, at der på lagre for asfalt, som er opbrudt og indsamlet med henblik på oparbejdning i en ny asfaltproduktion, er udtaget prøver. Disse prøver er blevet nedknust og herefter udvasket ved rotering i en glasflaske sammen med syntetisk regnvand. Ved udvaskningen er 1 kg opbrudt, nedknust asfalt vasket med 2 liter syntetisk regnvand. Udvasningen er foretaget i 3 x 24 timer, og efter hver 24 timers periode er det syntetiske regnvand erstattet med nyt, og der er analyseret på vaskevandet.

Fælles for alle prøver er en faldende stofkoncentration i vaskevandet over forsøgsperioden. Stofkoncentrationerne har været stærkt varierende fra prøve til prøve, men har alle ligget inden for følgende koncentrationsintervaller:

Analyseparameter	Koncentrationsinterval
Phenol	mindre end 0,1 – 1,8 myg/l
2-methyl-phenol	mindre end 0,1 – 0,4 myg/l
3-methyl-phenol	mindre end 0,1 – 0,7 myg/l
4-methyl-phenol	mindre end 0,1 – 0,5 myg/l



NVF Belægninger 2011

Total Organisk Kulstof, TOC 4 -30 mg/l

PAH mindre end 1 myg/l

Total tjære mindre end 50 myg/l

Det kan ikke udelukkes, at der for andre asfaltprøver vil kunne findes koncentrationer over den ovenfor anførte øverste koncentrationsintervalgrænse, især hvis der er tale om gamle vejbelægninger med et højt tjæreindhold, men i almindelighed kan intervallet efter Miljøstyrelsens skøn anses for dækkende for faktisk forekommende forhold.

Da der ved den udførte udvaskning er tale om en væsentlig kraftigere påvirkning af materialet, end dette vil blive udsat for ved almindelig anvendelse eller deponering, kan de ovenfor anførte koncentrationer anses for at være over grænsen for, hvad man normalt kan forvente at finde ved en sådan anvendelse/deponering.

Ved udarbejdelse af godkendelser efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 5 kan de i ovenstående tabel anførte værdier benyttes som retningsgivende, eller godkendelsesmyndigheden kan kræve udført tilsvarende undersøgelser af repræsentative prøver fra det aktuelle område.

Denne cirkulæreskrivelse erstatter Miljøstyrelsens cirkulæreskrivelse af 2. april 1985.

P.D.V.

Suzanne Arum Veltze

MILJØMINISTERIET

Miljøstyrelsen

Jord & Affald

J.nr. Mst-779-00119

Ref. bpc

Den 13. august 2011

Vejledende udtalelse - anvendelse af rent asfalt uden godkendelse

Efter udsendelse af vejledende udtalelse om bygge- og anlægsaffaldsbekendtgørelsen af 23. februar 2010 har Miljøstyrelsen modtaget en del henvendelser om reguleringen af anvendelsen af opbrudt asfalt i bygge- og anlægsarbejder.

Miljøstyrelsen vil på den baggrund hermed præcisere, i hvilket omfang det efter styrelsens opfattelse fortsat er muligt at anvende opbrudt asfalt i bygge- og anlægsarbejder uden en konkret tilladelse efter miljøbeskyttelseslovens §§ 10 eller 33.

Regeringens affaldsstrategi '10 indeholder en række initiativer, der skal sikre en bedre kvalitet i genanvendelsen af bygge- og anlægsaffald. Der vil således blive igangsat et udredningsarbejde bl.a. med henblik på at fastlægge kriterier for maksimalt indhold af forurenende stoffer i bygge- og anlægsaffald – herunder asfalt, der kan genanvendes i nye bygge- og anlægsarbejder uden konkret tilladelse efter miljøbeskyttelsesloven. På grundlag af udredningen vil det blive vurderet om og i givet fald, hvilke krav der kan stilles til analyser af bygge- og anlægsaffaldet inden genanvendelse. Det forventes, at krav til renhed af bygge- og anlægsaffald – herunder asfalt – kan indarbejdes i bekendtgørelsen om genanvendelse af restprodukter og jord til bygge- og anlægsarbejder, sammen med en nærmere beskrivelse af hvilke anlægstyper bygge- og anlægsaffaldet kan genanvendes til.

Det kan oplyses, at det forventes, at kravene til sortering af bygge- og anlægsaffald vil blive indarbejdet i bekendtgørelse om affald i forbindelse med den varslede ændring af denne bekendtgørelse ultimo 2010.

Udgangspunktet for anvendelse af opbrudt asfalt i bygge- og anlægsarbejder uden konkret tilladelse efter miljøbeskyttelsesloven er pt. Miljøstyrelsens cirkulæreskrivelse af 15. juli 1985 om anvendelse af opbrudt asfalt til vejbygningsformål m.v. Ifølge denne cirkulæreskrivelse kan opbrudt asfalt anvendes uden tilladelse efter miljøbeskyttelseslovens § 11 (nu § 19) til almindelige bygge- og anlægsarbejder ved vejbygning m.v. forstået som bundsik-

ring og befæstelse af veje, stier, pladser og lignende, uanset om disse forsynes med vandtæt bærelag/slidlæg eller ikke.

Af Miljøstyrelsens fortolkning af cirkulæreskrivelsen i brev dateret 25. november 1985 fremgår det, at "befæstelse" omfatter såvel etablering af egentlige vejanlæg som simpel udlægning af opbrudt asfalt med stabilisering af et areal for øje. Det fremgår videre, at er der tale om et egentligt vej-anlæg kan den nedknuste asfalt indgå i bundsikringen og/eller nedknust i stabilgruset. Den samlede tykkelse af konstruktionen kan være op til 1 meter. Er der tale om udlægning, der alene har stabiliseringsformål, må lagtykkelsen ikke være mere end 50 cm. Det understreges, at befæstelsen skal have et formål, der rækker videre end deponering.

Det er Miljøstyrelsens vurdering, at ændringer i reguleringen på miljøområdet siden 1985, væsentligst ændringen af den dagældende § 11 i miljøbeskyttelsesloven og vedtagelsen af lov om forurennet jord, indebærer en begrænsning af de typer af bygge- og anlægsarbejder, som opbrudt asfalt kan anvendes i uden konkret tilladelse, i forhold til hvordan det efter cirkulæreskrivelse af juli 1985 har været muligt at anvende den opbrudte asfalt.

Efter den nugældende miljøbeskyttelseslovs § 19, er der krav om tilladelse, hvor stoffer, produkter og materialer, der kan forurene grundvand, jord og undergrund, nedgraves i jorden, udledes eller oplægges på jorden eller afledes til undergrunden. På tidspunktet for cirkulæreskrivelsens udstedelse omfattede den dagældende § 11 alene en beskyttelse af grundvandet og altså ikke af jord og undergrund, som § 19 i dag også har som beskyttelsesområde.

Lov om forurennet jord blev vedtaget juni 1999 og trådte i kraft 1. januar 2000. Loven omfatter jord, der på grund af menneskelig påvirkning kan have skadelig virkning på grundvand, menneskers sundhed og miljøet i øvrigt. Det er Miljøstyrelsens vurdering, at placering af opbrudt asfalt i ubunden form og med direkte kontakt til jorden vil kunne udgøre en jordforurening af det berørte areal i jordforureningslovens forstand.

På denne baggrund er det Miljøstyrelsens vurdering, at opbrudt asfalt fortsat kan anvendes til vejbygningsformål uden en konkret tilladelse efter miljøbeskyttelsesloven. Det er imidlertid Miljøstyrelsens vurdering, at vejbygningsformål i denne sammenhæng skal forstås snævert som genanvendelse af opbrudt asfalt på veje – og ikke kan omfatte anvendelse på stier, i parker, på marker o.lign.

Med venlig hilsen

Dorte Hermansen

Særlige regler for anvendelse af knust asfaltgenbrug i varmblandet asfalt

- Styret af udbudsforskriften: Almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB) for Varmblandet asfalt
- Uarbejdet af repræsentanter fra Vejdirektoratet, Vejteknisk Institut, Kommuner, rådgivere og asfaltbranchen

AAB Varmblandet asfalt

- "Almindelig arbejdsbeskrivelse for varmblandet asfalt" indeholder funktionskrav til de udførte belægninger samt krav til materialer, udførelse og dokumentation.
- Funktionskravene er absolutte krav, der som minimum skal være opfyldt i hele deres respektive mangelsansvarsperiode, mens materiale- og udførelseskrav er rammekrav, der dels karakteriserer de enkelte belægningstyper og dels medvirker til at sikre funktionskravenes opfyldelse ud over mangelsansvarsperioden.
- Slidlag
 - Pulverasfalt, tæt- og åbengraderet, PA t og PA å
 - Asfaltbeton, tæt- og åbengraderet, AB t og AB å
 - Skærvemastiks, SMA
 - Drænasfalt, DA
 - Tyndlagsbelægning, kombinationsbelægning, TB k
- Bindelag
 - Asfaltbetonbindelag, ABB
- Bærelag
 - Grusasfaltbeton, GAB 0, GAB I og GAB II.

AAB Varmblandet asfalt

- Genbrug på værk
- Genbrug kan anvendes som angivet nedenfor under forudsætning af, at materialekravene til bitumen, stenmaterialer og filler er overholdt.
 - Genbrug kan anvendes i alle GAB materialer.
 - I slidlag kan iblandes op til 30 % genbrugsmateriale.
 - I ABB, hvor $\text{Æ}10 \leq 500$, kan der iblandes op til 30 % genbrugsmateriale.
 - Der må ikke iblandes genbrugsmaterialer i ABB hvor $\text{Æ}10 > 500$.

AAB Varmblandet asfalt

Type	GAB II	GAB I	GAB 0 type 16	ABB type 16
Maksimal kornstørrelse	31,5 mm	22,4 mm	11-16 mm	11-16 mm
% materiale under 2 mm	Maks. 65%	Maks. 55%	Maks. 50%	ca. 32 %
Specificeret bindemiddel indh. v. $\rho=2,650$	Min. 4,6%	Min. 4,8%	Min. 5,0%	Min. 4,6%
Bitumen type	pen 40/60	pen 40/60 pen 70/100	pen 40/60 pen 70/100	PMB pen 40/60
Mængde knust stenmateriale	Ingen krav	Ingen krav	Min. 70% af materiale > 2mm $C_{50/30}$	100% knust $\mathcal{A}E_{10}<500 C_{50/10}$ $\mathcal{A}E_{10}>500 C_{100/0}$

AAB Varmblandet asfalt

Type	AB/PA t	AB/PA å	SMA	DA	TB k
Maksimal kornstørrelse	(4)-16 mm	6-16 mm	8-16 mm	8 mm	6-11 mm
% materiale under 2 mm for type 8	40-55%	18-35%	22-35%	8-15 %	12-30 %
Specificeret bindemiddel indh. v. $\rho=2,650$	-	4,2-4,8% Afhængig af bitumentype	-	5,0%	5,0% (4,6%)
Bitumen type	Alle	Alle	PMB pen 40/60 pen 70/100	PMB	Alle
Stenmaterialer	Klippegranit Kn.gr. Stenmel Sand Filler	Klippegranit Stenmel Filler	Klippegranit Stenmel Filler	Klippegranit Stenmel Filler	Klippegranit Stenmel Filler

Realiteterne når forudsætningerne skal være opfyldt

- Genbrug på værk

- - Genbrug kan anvendes i alle GAB materialer.
 - Reelt er det fabrikkernes formåen, der sætter grænserne for indholdet af genbrug.
 - AAB krav til stenmaterialer ville reelt tillade 80-85% GB

Realiteterne når forudsætningerne skal være opfyldt

■ Genbrug på værk

- I slidlag kan iblandes op til 30 % genbrugsmateriale.
 - AAB krav til stenmaterialer ville reelt kun tillade GB i PA/ABt (selv med sorteret GB)
 - VD forbyder genbrug i alle slidlag på statsveje

Realiteterne når forudsætningerne skal være opfyldt

■ Genbrug på værk

- I ABB, hvor $\text{Æ}10 \leq 500$, kan der iblandes op til 30 % genbrugsmateriale.
 - ABB $\text{Æ}10 \leq 500$ anvendes hovedsageligt i det lette spor på motorveje (udlægges i fuld bredde – med krav til $\text{Æ}10 > 500$ i det tunge spor.

Ønsker/behov for fremtiden

- Bedre teknikker på fabrikkerne
- Plads til flere stakke, sorteringer og overdækning
- Mulighed for tilsætning af sorteret slidlags-GB i øvrige slidlag og ABB



Nordiskt vägforum
Utskott beläggningar, NVF 33
Finska utskottet

HUVUDÄMNE 2011

RECYCLING ÅTERVINNING GENBRUK



ARBETSGRUPP:

**TIMO BLOMBERG
KATRI ESKOLA
LARS FORSTÈN
HEIKKI JÄMSÄ
JUSSI TUOMINEN
JARKKO VALTONEN**

MAJ 2011

NVF 33
Huvudämne 2011
Finlands statusrapport

FÖRORD

Nordiska Vägforum, NVF, och dess utskott för beläggningar (tidigare NVF 33) strävar till att varje år behandla ett aktuellt ämne på sitt förbundsutskottsmöte. För förbundsutskottsmötet 2011 i Kristiansund i Norge, valde beläggningsutskottet ”*Genbruk i belægninger*” (danska), dvs. Recycling eller Asfaltåtervinning till sitt huvudämne. Återvinning är ett synnerligen aktuellt ämne, som är förknippat med både miljö, teknik, kvalitet och ekonomi. NVF’s beläggningsutskott, tidigare asfaltutskott NVF 33, har nu och då under flere år behandlat detta ämne, antingen som huvudämne eller som en del av något miljöämne. Av beläggningsutskottets rapporter har följande NVF-rapporter behandlat recycling eller återvinning:

- Recycling; Återanvändning av gammal asfalt (huvudämne 1982, Åbo); NVF utskott 33 asfaltbeläggningar; NVF Rapport nr 2 1983. /1/
- Recycling (huvudämne 1997 i Borgå); Nationella statusrapporter från DK,FIN,I, N och S. /2/
- Asfaltens Gröna Bok, (huvudämne 1998, Akureyri); NVF rapport 2/2000. (Recycling ingår som en del av detta miljöämne) (Nationella statusrapporter finns som grund till rapporten.) /3/
- Uppföljning av Asfaltens gröna bok (huvudämne 2003 Reykjavik) NVF rapport 1/2008. (Recycling ingår som en del av detta miljöämne). /4/
- Miljøtilpassede belægninger (huvudämne 2009, Sønderborg) (Recycling ingår som en del av detta miljöämne) /5/
- Trafiksäkerhet och arbetsmiljö för beläggningsarbetare (huvudämne 2010 Marstrand), NVF rapport 2010. (Recyclings inverkan på arbetsmiljön ingår som en del av detta ämne). /6/

Denna rapport är det finska utskottets statusrapport, om återvinning av asfalt i Finland. Genom rapporten fås en bild över hur omfattande recycling-verksamheten är för tillfället. Genom att jämföra rapporten med tidigare status-rapporter får man en bild om hur starkt återvinningen utvecklats. Asfaltbranschen hör till de branscher som verkligen har gjort mycket för att återvinna gammal asfalt och beläggningar.

Rapporten har utarbetats av en arbetsgrupp bestående av följande personer:

Timo Blomberg	Nynas Oy
Katri Eskola	Trafikverket
Lars Forstén	Lemminkäinen Infra Oy
Heikki Jämsä	Infra ry, Asfaltensheten (tidigare Asfaltförbundet)
Jussi Tuominen	NCC Roads Oy
Jarkko Valtonen	Aalto-Universitet (tidigare Tekniska Högskolan)

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>sida</u>
Förord	3
Innehållsförteckning	4
Terminologi och förklaringar	5
1. Historia	7
1.1. Varm återvinning i verk	7
1.2. In-situ återvinning	7
1.3. Kall recycling och halvvarm återvinning	8
1.4. Användning av obunden returasfalt	8
1.5. Krossning av gammal asfalt och lagring av returasfalt	8
2. Statistik	8
2.1. Återvinning i verk	9
2.2. Återvinning med in-situ metoder	9
2.3. Stabilisering och förstärkning	11
3. Lagstiftning / Förordningar som berör återvinning	12
3.1. Allmänt	12
3.2. Lagen om avfall	12
3.3. Lagen om avfallsskatt	13
3.4. Miljökonsekvensbedömningar	13
3.5. Förändringsprocesser för att eliminera hinder mot återvinning	14
4. Normer och regelverk	15
4.1. Användning av returasfalt	15
4.2. De finska asfaltnormerna 2008	15
4.3. De finska asfaltnormerna 2011	16
5. Erfarenheter	17
5.1. Allmänt	17
5.2. Varm asfaltåtervinning i verk	17
5.3. Varm återvinning på väg	17
5.4. Beläggningsunderhåll med återvinning på väg	18
5.5. Temperaturmätningar vid Remixer-arbeten	23
5.6. Mjukasfalt	23
6. Kvalitet	24
6.1. Återvinning i verk	24
6.2. In-situ återvinning	24
7. Miljö	25
7.1. Rökutveckling	25
7.2. Utsläpp vid återvinning i verk	26
7.3. Utlakning	26
7.4. Livscykelanalyser och –inventarer	27
8. Säkerhet / Arbetsskydd	28
8.1. Allmänt	28
8.2. Remixerarbeten	28
9. Restriktioner mot återvinning	29
9.1. Främmande ämnen	29
9.2. Restriktioner / objekt och gammal beläggning	29
10 Ekonomi	30
11. Framtidsutsikter	31
Litteraturförteckning	32

TERMINOLOGI och FÖRKLARINGAR

I denna rapport används terminologi och olika uttryck, vilka kräver en förklaring, i synnerhet då vissa förkortningar kommer från finskan. Vi har försökt att använda svensk nomenklatur och begrepp, som ges i t.ex. publikationen *Handbok för återvinning av asfalt 171*. Vissa uttryck används som synonymer. Följande ord, uttryck och metoder förtydligas här nedan:

Återvinning, Asfaltåtervinning (sv.), Recycling (eng.) och Genbruk (danska el norska) används i rapporten som synonymer. Beskriver förfarandet att använda och utnyttja gammal asfalt och/eller beläggning vid produktionen av ny asfalt.

Returasfalt, Gammal asfalt, RAP (eng.) och Asfaltgranulat. Asfalt, som grävts upp eller tagits tillvara genom fräsning och förts till asfaltverk (eller upplag) kallas för returasfalt, medan krossad sådan benämns som asfaltgranulat. Uttrycken används i någon mån i rapporten som synonymer

RC-massa, Återvinningsmassa, Genbruksmassa. Ny asfaltmassa, där asfaltgranulat använts, som råvara.

RC-andel, RC-% med begreppet förstås hur mycket gammal asfalt/asfaltgranulat som ingår i den nya (slutgiltiga) produkten/beläggningen

Varm återvinning i verk, Recycling

Den återvinningsverksamhet, som man oftast syftar på då man talar om recycling. Asfaltgranulat, i önskad fraktion, används i asfaltverket som råvara. Asfaltverket har speciell utrustning för att använda returasfalt.

In-situ återvinningsmetoder, Recycling på väg

Det finns flera etablerade metoder för varm (eller halvvarm) återvinning på vägen. Följande metoder är de vanligast förekommande:

- Heating
- Repaving
- Remixing

Heating är den enklaste värmebeläggningssmetoden eftersom den befintliga ytbeläggningen endast värms upp med **strålvärmare (grillar)** varefter ett nytt slitlager läggs på med en konventionell läggarutrustning. **MPK** (fi). (Massabeläggning på uppvärmd ojusterad yta).

Repaving är en mer omfattande värmebeläggningssmetod där den befintliga beläggningen värms på samma sätt som vid heating. Efter uppvärmningen av beläggningssytan, rivs (fräses) det uppvärmda ytskiktet upp och fördelas jämnt över läggningssdraget, varefter ett lager med nytillverkad asfaltmassa läggs ut med hjälp av en läggarutrustning längst bak på maskinen. **MPKJ** (fi). (Repaving med varmfräsning).

Vid **Remixing** uppvärms den befintliga beläggningen varefter ytskiktet rivs upp och blandas med nytillverkad asfaltmassa och/eller bitumen. Därefter läggs den remixade asfaltmassan ut med hjälp av en läggarutrustning/screed längst bak på maskinen. **REM**

Vid **Remixing+** (mellanting mellan Remixing och Repaving) utförs uppvärmningen, fräsningen och blandningen som vid remixing. Efter det påförs en ny massa på den utjämnade varma gamla beläggningen. Utrustningen är integrerad och har två screedar. **REM+**

Om Remixing utförs enbart som en spårlagningsmetod, så kallas den för *spår-Remixing*. Tekniken är den samma som vid Remixing. *Ura-Remix* (fi)

Vid Remixing av oljegrus och mjukasfalt talar vi om **REMO**. Metoden är en Remixing-metod.

Om REMO görs enbart som en spårlagningsmetod kallas den *spår-REMO*. *Ura-REMO* (fi)

Massabeläggningar. De traditionella asfaltbeläggningarna är massabeläggningar. Man talar om att lägga en ny *platta*, **LTA** (fi) eller göra en massabeläggning **MP** (fi) (Massabeläggning på ojusterad yta)

LTA (fi) (platta) är en ny **massabeläggning** på justerad yta (med justeringsmassa eller efter lådfräsning). En ny beläggning på obunden yta är alltid LTA. (Återvinningsmassor kan användas i LTA)

MP (fi) / **Massabeläggning** som görs på ojusterad yta.

Stabilisering

Stabilisering är en typ av återvinning. Stabiliseringen tas sällan med i återvinningsstatistiken. Stabilisering görs till största del som platsblandning, stabiliseringsmassorna kan också produceras i verk.

Av in-situ metoderna används följande metoder:

VBST	bitumenstabilisering (skum),
KOST	kompositstabilisering (bitumen + cement)
MHST	stabilisering med masugnsslagg
SST	cementstabilisering (cement + flygaska)
REST	Remixer-stabilisering. Den gamla beläggningen uppvärms före stabilisering som sker med bitumenemulsion.
SJYR	homogeniseringsfräsning utan tillsats av bindemedel (Man kan diskutera om det är en återvinningsmetod. Om den gamla beläggningen fräses ned med vägkroppens material och homogeniseras, så är det väl en återvinningsmetod!)

Dessa ”stabiliseringsmetoder” beskrivs på engelska kort i Infra-Stabil projektets sammanfattningsrapport. /8/

Stabilisering är en kall återvinningsmetod, förutom REST, där underlaget värms upp.

PAB. Mjukasfalt (**SA** eng) . I Finland görs **PAB-B** med mjuka bindemedel (250/330 – 650/900) och **PAB-V** med viskositetsgraderat bindemedel (V1500 eller V3000). Vidhäftningsmedel tillsätts i bindemedlet.

NTM-centraler. Näringslivs-, trafik- och miljöcentraler. Motsvarar i dag det som tidigare var vägverkets olika distrikt. Man har förenat näringslivs-, trafik- och miljöfrågor i samma lokala förvaltningsenheter. NTM-centralerna är de direkta beställarna av asfaltbeläggningar. Trafikverket delar ut resurser åt NTM-centralerna.

1. HISTORIA

1.1. Varm återvinning i verk

Finland har varit ett föregångsland då det gäller recycling. Återvinning av gammal asfalt påbörjades redan under mitten av 1970-talet. I slutet av 1970-talet gjordes omfattande recyclingförsök med trumblandningsverk. Höga halter av asfaltgranulat (50 – 100 %) användes då. Problem med s.k. ”blue smoke” var förknippad med RC i trumblandningsverk och höga RC-procenter. På 80-talet gick man över från trumblandningsverk till recycling i vanliga satsblandningsverk. Man började ta till vara gammal asfaltbeläggning, som grävdes upp från olika vägarbeten och byggnadsprojekt. Denna gamla asfaltbeläggningsmassor lagrades och man började krossa upp den. När kallfräsning blev allt vanligare, så började man också ta tillvara dessa fräsmassor, vilka lagrades tillsammans med den uppbrutna asfalten. Den årliga mängden av denna uppsamlade retur-asfalt har hela tiden ökat sedan 1980-talet. Asfaltverken har allt mera utrustats med teknik som möjliggör att den gamla asfalten används som en råvara i asfaltproduktionen. Asfaltverken, som kan producera RC-massor, är antingen utrustade med:

- en extra RC-trumma (uppvärmningstrumma för RAP), som möjliggör en hög RC-tillsats
- inmatning i mitten av stenmaterialets torktrumma, vilket möjliggör medelhög RC-tillsats (middle feed) eller
- inmatning direkt i blandaren, vilket enbart möjliggör låg tillsats av asfaltgranulat

I Finland används inte trumblandningsverk mera i produktionen av återvinningsmassor. I Finland har 42 verk av 57 stationära asfaltverk möjlighet att tillsätta asfaltgranulat i asfaltmassorna. 8 verk av totalt 23 mobila verk har möjlighet att tillsätta retur-asfalt. Det betyder att 50 av Finlands 80 asfaltverk, dvs. 63 % av asfaltverken, kan producera RC-massor.

1.2. In-situ återvinning

Redan under 1970-talet provade man Cutler Pavern, som togs till Finland för några provvägsförsök. Under 1980-talet började man sedan aktivt pröva olika metoder, där återvinningen gjordes direkt ute på vägen. Remixer-, Repaving- och olika heating-metoder utvecklades. I dag utförs det i Finland mycket in-situ recycling (se statistik) - betydligt mer än i de övriga nordiska länderna.

Det är naturligtvis priset för de tunna in-situ RC-beläggningarna, som gör att mängderna blivit så stora. Ur miljösynpunkt är det naturligtvis bra att kunna återvinna så mycket gamla asfaltmassor och gamla beläggningar som möjligt.

Det är många olika in-situ metoder, som används i Finland. I denna rapport har vi ansett att alla in-situ beläggningar är återvinningsverksamhet. I alla dessa in-situ metoder, så åtgärdas den gamla asfaltbeläggningsmassan på något sätt. Uppvärmning, fräsning, utjämning och inblandning av ny asfaltmassa kan ingå i metoderna. I många fall blandas den gamla uppvärmda beläggningsmassan med en ny asfaltmassa på vägen (t.ex. Remixing). I de bättre och dyrare in-situ beläggningssatserna så får den gamla beläggningsmassan en helt ny yta av ny asfaltmassa (t.ex. Repaving och Remixer+). Från dessa in-situ metoder har man utvecklat olika spårlägningsmetoder, såsom ”spår-Remixing” och ”spår-REMO” (se terminologi).

I dag finns det cirka 11 st. stora Remixer-maskiner i Finland. 5 st. av dessa maskiner kan också utföra Remixer+ arbeten. Repaver-utrustningarna (MPKJ) är 7 till antalet. De stora utrustningarna har en årlig kapacitet på 800.000 – 1.000.000 m² per enhet.

1.3. Kall recycling och halvvarm återvinning

Ingen kall RC på verk görs i Finland, ifall man inte kallar bitumenstabilisering (med skumbitumen) för kall-recycling. Halvvarm recycling utförs däremot i en viss utsträckning. I princip kan man ju påstå att den första återvinningen som gjordes var då oljegruset ”revs” och kompakterades på nytt eller då ett nytt lager oljegrus lades på en uppriven oljegrusyta. I dag har mjukasfalten (PAB (finska), SA(eng.)) ersatt oljegruset. PAB-beläggningar kan återvinnas precis som AB-beläggningar. Vid återvinning av mjukasfalt på verk, så används ofta så kallade *Turbo-verk*. I Finland gör man rätt mycket REMO, som är en in-situ metod för gamla oljegrus- eller mjukasfaltbeläggningar. REMO-metoden motsvarar remixing.

1.4. Användning av obunden returafalt

Asfaltgranulat används rätt sparsamt som sådant. Obundet asfaltgranulat används i någon utsträckning till kantgrusning. I någon mån används obunden returafalt, som bärlagermaterial, i synnerhet av vissa kommuner. Detta sker mest utanför tätorter, där transport av gammal asfalt blir dyr. Vi saknar statistik på denna användning!

1.5. Krossning av gammal asfalt. Lagring av returafalt.

Krossning av gammal uppbruten asfalt bör helst göras med speciella krossverk. Vissa entreprenörer har satsat på krossning av gammal asfalt. Dessa mobila krossverk åker omkring till upplagen, som ofta finns vid asfaltverken, och krossar den mängd returafalt, som behövs för säsongen eller för en del av säsongen.

Oftast krossar man den gamla asfalten till en 0/16 fraktion. Ibland krossar man också asfalten till en 0/11 fraktion. Nu och då krossas returafalten även till grövre fraktioner. Krossning av gammal asfalt är enklare att utföra vid låga temperaturer, eftersom asfalt kan vara seg och ”klibbig” vid varmt väder. Heta sommark dagar gör att lagring av krossad returafalt försvåras på grund av att returafalten ”klumpar” ihop sig.

Den krossade returafalten, liksom också uppfräst asfalt, kan ta upp rätt mycket fukt. Det är därför önskvärt att man vid krossningen undviker att produkten blir våt och att man skyddar den krossade returafalten mot fukt under lagringen.

Lagring av returafalt kräver tillstånd. (se lagstiftning)

2. STATISTIK

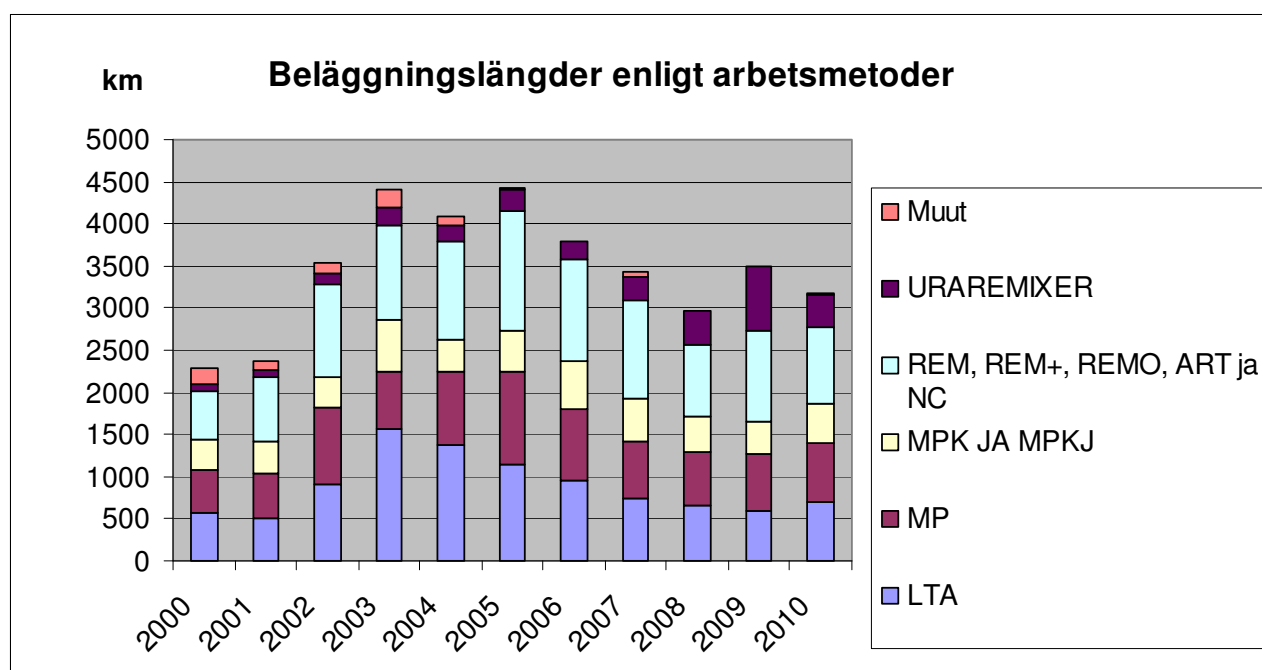
Det finns inte pålitlig statistik över hur mycket gammal asfalt, som samlas in i Finland årligen. Några olika uppskattningar har framförts. 1,0 – 1,5 Mton har föreslagits av en arbetsgrupp, medan en annan uppskattning är 1,0 – 1,2 Mton. Det finns också uppskattningar som säger att mängden är < 1,0 Mton. Finland saknar också statistik på hur mycket returafalt eller gammal asfalt som används som obundet material i markbyggnad. Den del av statistiken som kan anses vara pålitlig gäller mängderna returafalt, som används till asfaltåtervinning. Denna statistik behandlas här nedan.

2.1. Återvinning i verk

Enligt branschföreningens (Infra ry; beläggingsavdelning) statistik, så använde asfaltbranschen 630.000 ton gammal asfalt (returasfalt; asfaltgranulat, RAP) år 2010. Enligt samma statistik var asfaltproduktionen endast 5,0 Mton år 2010. Det betyder att återvinningsgraden (RC-%) i asfaltproduktionen var **12,6 %**. Det är i allmänhet denna % som uppges då man talar om branschens återvinningsaktivitet.

2.2. Återvinning med in-situ metoder

Branschföreningen samlar inte in detaljerad statistik på in-situ återvinningsmetodernas volym. En stor del (~95 %) av in-situ återvinningsmetoderna görs för Trafikverket och NTM-centralerna. Nedan i bild 1 ges längden på olika asfalteringsåtgärder som utförts åt Trafikverket, tidigare Vägverket, under åren 2000 – 2010. Bilden visar de olika in-situ återvinningsmetoderna har en betydande volym i Finland. Mätt i km, görs det mera återvinningsåtgärder på väg än traditionell asfaltmassabeläggning. År 2010 har olika "Remixer-metoder" lagts på 1398 km väg, medan 1308 km väg har belagts med traditionella asfaltmassabeläggningar. 459 km väg asfalterades med "Repaving-metoderna", MPK och MPKJ, där ju ytskiktet är ny asfalt, som kan innehålla returasfalt, och där bottenskiktet är ett återvinningssskikt. *(Man kan ju diskutera hur dessa metoder skall klassificeras. Trots att ytan görs med massabeläggning, så ingår ju återvinning definitivt i metodens undre skikt!)*



LTA = massabeläggning på justerad yta; MP = massabeläggning på ojusterad yta; MPK = massabeläggning efter heating; MPKJ = Repaving med varmfräsning; REM = Remixer; REM+ = Remixer+; REMO = Remixing av mjukasfalt; ART = Remixing med ART-utrustning; NC = Novachip; Uraremixer = spår-Remixer; Muut = övriga

Bild 1. Statistik över längden in-situ återvinningsbeläggningar, som utförts åt Trafikverket (och NTM-centralerna) under åren 2000 – 2010.

Hela marknaden för in-situ återvinningsmetoder har uppskattats (mycket grov uppskattning) vara 12 – 15 Mm²/år. Fördelningen av de olika in-situ metoderna är eventuellt:

Remix	8,6 Mm ² (inkl. REM +)
MPKJ	1,8 Mm ²
REMO	0,4 Mm ²
Spår-remix	1,1 Mm ²
Spår-REMO	0,3 Mm ²

Dessa metoder är ju i största grad återvinningsmetoder, men man beaktar aldrig dessa då man talar om återvinningsmängder eller –aktiviteter. Nedan ges ett försök till att analysera återvinningsgraden för dessa metoder. I tabell 1 har man behandlat metoderna med någon form av typiska värden.

Tabell 1. Uppskattning av de olika in-situ återvinningsmetodernas massamängder, tjocklek och RC-tillsatsmängd.

Metod	Fräsningsdjup/ Behandlingens massa	Tilläggs massa	RC-%
Remixer (och spår-Remixer)	3,5 - 4,0 cm 80 – 100 kg/m ²	20 kg/m ²	75
Remixer +	2,0 – 2,5 cm 100 kg/m ²	60 kg/m ²	40
MPKJ	2,0 - 2,5 cm 100 kg/m ²	80 kg/m ²	20
REMO (+ spår-REMO)	2,5 – 3,5 cm 100 kg/m ²	40 kg/m ²	60

Ur denna tabell kan man ju på olika sätt beräkna återvinningsgraden och –mängden:
Om man beaktar att metoden ersätter en normal massabeläggning (se spalt 2 i tabellen), så kan man beräkna att följande mängder gammal asfalt har använts och utnyttjats:

Remixer
(och spår-Remixer) $80 \text{ kg/m}^2 \times 0,75 \times 9,7 \text{ Mm}^2 = 582 \text{ kton}$

Remixer + $100 \text{ kg/m}^2 \times 0,4 \times 0,5 \text{ Mm}^2 = 20 \text{ kton}$

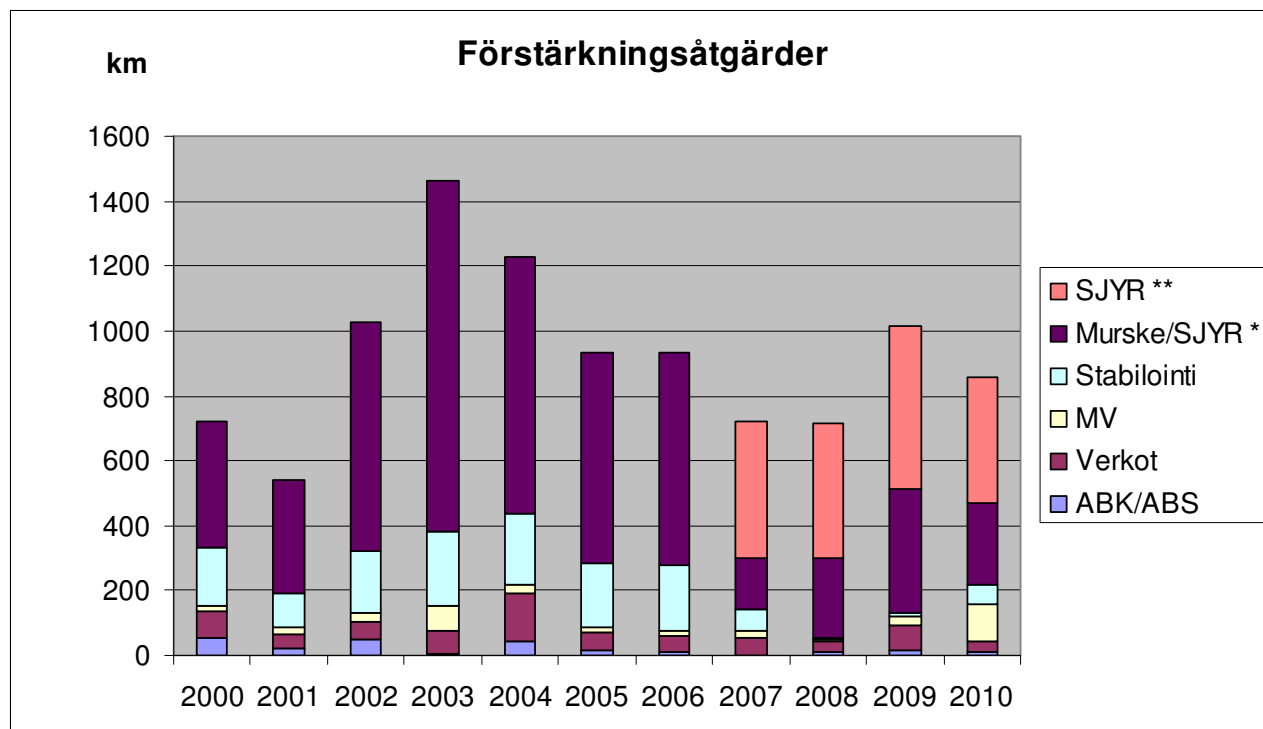
MPKJ $100 \text{ kg/m}^2 \times 0,2 \times 1,8 \text{ Mm}^2 = 36 \text{ kton}$

REMO
(+ spår-REMO) $100 \text{ kg/m}^2 \times 0,6 \times 0,7 \text{ Mm}^2 = 42 \text{ kton}$

Med andra ord har man i dessa metoder utnyttjat cirka 680.000 ton gammal beläggning tillsammans med 356.000 ton ny asfaltmassa, i stället för att producera 1.036.000 ton traditionell asfaltmassabeläggning. Den genomsnittliga RC-% för dessa metoder är alltså cirka **65%**.

2.3. Stabilisering och förstärkning

Olika stabiliserings- och förstärkningsåtgärder görs främst på det lågtrafikerade vägnätet, som ofta har problem både med bärighet och tjälhävningar. För att åtgärda dessa problem används många olika metoder. Mängderna av dessa åtgärder visas i bild 2.



SJYR = homogeniseringsfräsning utan bindemedelstillsats; Murske/SJYR = tillsats av nytt grus med el. utan homogenisering; Stabilointi = stabilisering; MV = utbyte av vägkroppens material; Verkot = Förstärkningsnät och dukar; ABK/ABS = bärlagerbeläggningar

*) Till år 2006 har man fört statistik där tillsats av stenmaterial och homogeniseringsfräsning bokförts tillsammans. Efter år 2007 ingår enbart tillsats av mera stenmaterial i denna kolonn!

**) Från år 2007 har homogeniseringsfräsning bokförts som egen åtgärd

Bild 2. Statistik över olika konstruktionsförbättringsåtgärder, som gjorts på Trafikverkets vägnät under åren 2000 – 2010.

Statistiken i bild 2 visar längden av olika förstärkningsåtgärder, som gjorts på Trafikverkets vägnät under de senaste åren. Av dessa åtgärder är stabilisering en typisk "RC-metod" eftersom den gamla beläggningen homogeniseringsfräses (i allmänhet) och stabiliseras till en ny bärlagerbeläggning. Det finns äldre statistik på de olika stabiliseringsmetodernas fördelning (/9/ Infra-stabil projektet). Statistik för de olika stabiliseringsmetoderna har inte insamlats under de senaste åren.

Nedan ges en uppskattning på mängderna olika stabiliseringar, som gjorts totalt i Finland under år 2010:

bitumenstabilisering (skum), VBST	300.200 m ²
kompositstabilisering (bitumen + cement), KOST	47.800 m ²
stabilisering med masugnsslagg, MHST,	134.515 m ²
cementstabilisering (cement + flygaska), SST	73.200 m ²
homogeniseringsfräsning utan tillsats av bindemedel, SJYR	2.659.000 m ²

Om man beräknar att den gamla beläggningen i genomsnitt är cirka 6-7 cm tjock och att stabiliseringsdjupet är i medeltal 15 - 17 cm, så får man en RC-% för stabiliseringen på cirka **40 %**.

3) LAGSTIFTNING / FÖRORDNINGAR SOM BERÖR ÅTERVINNING

3.1. Allmänt

Vid återvinning används gammal asfalt, som tagits ur bruk, och den tillsätts i den nya asfaltmassan som asfaltgranulat. Asfaltgranulatet eller returafalten är asfalt som tillvaratagits genom kallfräsning eller genom krossning av gamla uppgrävda beläggningar. Också asfaltverkens produktionsrester krossas till asfaltgranulat.

Lagen klassificerar i dag gammal asfalt som avfall, i de fall då den gamla asfalten grävs upp och transporteras till asfaltverken. Att gammal asfalt anses vara avfall, ställer hinder och begränsningar för återvinningsverksamheten. Det krävs ett miljötillstånd för de asfaltverk som producerar recycling-massor. Platsen (upplaget) där gammal asfalt lagras blir klassad som deponi (avstjälpningsplats) efter 3 års lagring av gammal asfalt. Ifall gammal asfalt lagrats längre än 3 år uppbärs avfallsskatt. Om asfaltverket använder mera än 100 ton returafalt i dygnet, krävs det att en miljökonsekvensbedömning (MKB) görs. MKB är en tung och långsam förvaltningsprocess. I praktiken betyder detta att ett "dubbelt" tillståndsförfarande krävs – dels behövs ett miljötillstånd för mottagande av gammal asfalt samt för krossning och lagring av asfalten och dels krävs en miljökonsekvensbedömning för de största verken, som utför återvinning i verk. Lagar och förordningar är alltså ett hinder mot recycling och återvinning av gammal asfalt!

Följande lagar och förordningar styr återvinningsverksamheten:

- Avfallslagen (3.12.1993/1072)
- Avfallsskattelagen (17.12. 2010/1126)
- Lagen (10.6.1994/468) och förordningen (17.8.2006/713) om förfaranden vid miljökonsekvensbedömningar

3.2. Lagen om avfall

Målsättningen med avfallslagen är att främja hållbar utveckling genom att förespråka förnuftigt utnyttjande av naturresurser samt att skydda och hindra att avfall har skadlig inverkan på hälsa och miljö.

Enligt lagen om avfall, så är avfall ett ämne (material) eller en sak, som dess ägare har tagit eller ämnar ta ur bruk eller är tvungen att ta ur bruk. Enligt definition så är inte ett ur bruk taget ämne,

som läggs tillbaka (används) på samma plats, avfall, eftersom det gamla materialet inte förs bort från objektet. Det här gäller ju vid in-situ återvinning!

Avfall får enbart överlämnas till mottagare, som har miljötillstånd för att ta emot avfall (gammal asfalt).

Miljötillstånd för asfaltverken söks med hjälp av en blankett till myndigheterna. Sökanden bör vid ansökan uppge bl.a. följande uppgifter:

- Verksamhetsutövarens namn och kontaktuppgifter
- Asfaltstationens kontaktuppgifter och förlägningsplats samt uppgifter om stationens omgivning
- Uppgifter om förhållandena på asfaltstationens förlägningsplats
- Uppgifter om områdets planläggning
- Uppgifter om asfaltstationens miljötillstånd samt andra tillstånd, avtal, beslut och anmälningar
- Uppgifter om asfaltstationens verksamhet
- Uppgifter om asfaltstationens tekniska konstruktioner
- Uppgifter om behandling av avloppsvatten och dagvatten och om utsläpp i vattendrag och avlopp
- Uppgifter om utsläpp i luften
- Uppgifter om luktkällor
- Uppgifter om bullerutsläpp och bullerbekämpning
- Uppgifter om avfall och avfallshantering
- Uppgifter om marken och dess tillstånd
- Uppgifter om riskhantering, kontroller och kvalitetskontroll

3.3. Lagen om avfallsskatt

Enligt avfallslagen bör man betala skatt på de avfall, som förts till deponi.

Med en deponi avses en behandlingsplats, där avfall antingen slutförvaras på mark eller i mark. För en deponi krävs miljötillstånd. En lagringsplats, där man förvarar avfall, som är åtskilt från övrigt avfall, och där avfallet enbart lagras provisoriskt under mindre än tre år före avfallet behandlas eller återvinns, anses inte vara en deponi. Enligt detta, så betyder det att, ifall gammal asfalt lagras längre än 3 år på asfaltverket, så är det frågan om en deponi och att tillstånd krävs för deponiverksamhet.

En innehavare av en deponi är skyldig att betala skatt. Skatten för gammal asfalt, som förs till deponi, är 40 euro/ton avfall, om asfalten levereras till deponin före 1.1.2013. Från och med 1.1.2013 stiger avfallsskatten till 50 €/ton.

3.4. Lagen och förordningen om miljökonsekvensbedömningar (MKB)

MKB-förfarandet för projekt

Syftet med förfarandet vid miljökonsekvensbedömning (MKB) är att säkerställa att konsekvenserna för miljön utreds tillräckligt noggrant i sådana fall då ett projekt föranleder betydande miljökonsekvenser. Syftet med MKB-förfarandet är också att ge medborgarna ökade möjligheter att delta i och påverka planeringen av olika projekt.

Stadierna i MKB-förfarandet

Förfarandet vid miljökonsekvensbedömning inleds när den som är ansvarig för projektet (ett företag eller en kommun) sänder in bedömningsprogrammet till kontaktmyndigheten, dvs. den regionala miljöcentralen. I bedömningsprogrammet klargörs vilka alternativa sätt att genomföra projektet och vilka konsekvenser av projektet man kommer att utreda under planeringen. När de alternativ och konsekvenser som har presenterats i bedömningsprogrammet har blivit utredda sammanställs informationen i en konsekvensbeskrivning.

Kontaktmyndigheten tillkännager anhängiggörandet av bedömningsprogrammet och konsekvensbeskrivningen, sammanställer de åsikter och utlåtanden som har framförts om dem och avger utifrån dessa sitt eget utlåtande om dem. Medborgarna, myndigheterna och andra grupper har möjlighet att bidra till beslutsunderlaget. Bedömningsförfarandet avslutas när kontaktmyndigheten har avgett sitt utlåtande om konsekvensbeskrivningen.

3.5. Förändringsprocesser för att eliminera hinder mot asfaltåtervinningen

Miljötillstånd

För att främja återvinningen av gammal asfalt, har asfalt- och markbyggnadsbranschen förhandlat med myndigheterna om att ändra på lagstiftningen. Miljöministeriet förbereder som bäst en förändring av förordningen som gäller asfaltverkens miljöskydds krav. Enligt det nya förslaget till förordning kunde asfaltverk som använder retur-asfalt befrias från tvånget att ansöka om miljötillstånd. Detta baserar sig på åsikten om att återvinning av asfalt i asfaltverk inte mera skulle tolkas som yrkesmässigt eller industriellt utnyttjande av avfall och sålunda kunde verksamheten befrias från miljötillståndsplikten. (Lagstiftningen har inte entydigt lyckats ge en definition på *yrkesmässigt och industriellt utnyttjande av avfall!*)

Enligt den nya tolkningen skulle inte upplagsplatsen, där gammal asfalt eller den krossade retur-asfalten lagras, mera anses vara en deponi.

Miljökonsekvensbedömningen

Såsom ovan nämnts, har tolkningen i tillståndsbedömningen att MKB skall tillämpas på asfaltverk som använder större mängder retur-asfalt förorsakat problem och praktiska hinder för återvinningsverksamheten. Asfaltverken har således ansetts vara avfallshanteringsanläggningar.

Branschen har föreslagit för Miljöministeriet en tolkning, som skulle innebära att en anläggning som krossar och använder gammal asfalt, inte skulle behöva miljökonsekvensbedömning. En MKB skulle vara aktuell bara på anläggningar, där schaktning och utgrävning sker på en yta, som är större än 25 ha och där det tas ut mera än 200.000 m³ (fasta m³) stenmaterial eller jord. Detta skulle gälla asfaltverk, som finns placerade på samma områden som stenkrossar. MKB skulle i praktiken mera gälla schaktning och stenkrossning än asfaltverksamhet.

Återvinning av avfall i markbyggnad

Med hjälp av lagstiftning försöker man främja återvinningen av avfall i markbyggnad (Statsrådets förordning om återvinning av vissa avfall i markbyggnad 591/2006). Om vissa förutsättningar uppfylls fordras inget miljötillstånd enligt miljöskyddslagen (86/2000) för att använda vissa avfall i markbyggnad. En anmälan om återvinningen måste dock göras till tillsynsmyndigheten. Denna lagstiftning används för vissa "avfallsmaterial", t.ex. för krossad betong. Man strävar till att få med returafalt i denna förordning. Detta skulle ge möjligheter att använda returafalt/asfaltgranulat i markbyggnad utan miljötillstånd:

Enligt förordningen kan vissa "avfall", som nämns i förordningen, användas i följande i följande markbyggnadsobjekt:

1. allmänna vägar, gator, cykelvägar och gångbanor samt nödvändiga områden för väghållning eller trafik som direkt ansluter sig till dem, exklusive bullerhinder;
2. parkeringsområden;
3. idrottsplaner samt rutter på rekreations- och idrottsområden;
4. bangårdar samt lagringsområden och vägar på industri- och avfallsbehandlingsområden samt områden avsedda för flygtrafik.

4. NORMER OCH REGELVERK

4.1. Användning av returafalt

I Finland är det *Asfaltnormerna* som ställer krav på beläggningar, massa och råvaror. Asfaltnormerna är också regelverket som styr asfaltproduktionen. I praktiken rättar sig hela branschen, både beställare och entreprenörer, efter Asfaltnormerna. Det är PANK ry (Beläggningsbranschens Konsultationsråd rf.) och dess utskott för normerna, som bereder och publicerar normerna. Alla branschens aktörer och intressenter är medlemmar i PANK ry.

4.2. De finska Asfaltnormerna 2008 /11/

Redan i Asfaltnormerna 2008 så föreskrevs att returafalten skulle uppfylla kraven i standarden SFS-EN 13108-8. Kraven i Asfaltnormerna 2008 ställdes närmast som en funktion till mängden tillsatt asfaltgranulat. Om < 10 % asfaltgranulat tillsattes i slitlagret eller < 20 % asfaltgranulat tillsattes i övriga bundna asfaltslager, så behövde man inte deklarerat asfaltgranulatets egenskaper. Om mera asfaltgranulat tillsattes i asfaltmassan måste man bestämma asfaltgranulatets maximikornstorlek, stenmaterialets kornkurva samt bindemedlets egenskaper. Antingen bindemedlets mjukpunkt, penetration eller viskositet skulle deklarerat. Recycling-massans bindemedel skulle uppfylla det valda bindemedlets egenskaper. Asfaltnormerna gav beräkningsformler för att beräkna den nya asfaltmassans bindemedels egenskaper. Dessutom skulle man uppge av vilken/vilka typer asfalt asfaltgranulatet består av.

Asfaltnormerna 2008 ställde inte begränsningar på i vilka asfalttyper asfaltgranulat fick användas, men ett generellt krav var att asfaltgranulatets stenmaterial skulle uppfylla de krav som ställdes på stenmaterial i den nya massan och beläggningen. Dessutom fick inte returafaltens stenmaterials maximikornstorlek överskrida den nya asfaltmassans övre siktstorlek (D). Den använda mängden returafalt skulle meddelas (som %) i den nya massans beteckning, t.ex AB 16 RC 15.

4.3. De finska Asfaltnormerna 2011 /12/

De finska Asfaltnormerna reviderades i början av 2011, för att bättre stämma överens med EN-standarder och regler för CE-märkning. Med de nya asfaltnormerna ville man också främja återvinningen av gammal asfalt.

Också enligt dessa nya reviderade normerna så bör asfaltgranulatets egenskaper överensstämma med standarden SFS-EN 13108-8. Principiellt behandlas asfaltgranulatet som en råvara enligt Asfaltnormerna 2011. En nyhet är att returafaltens renhetsklass bör vara F1. Då man bestämmer returafaltens renhet, så är orenheterna material, som inte hör hemma, varken i asfaltmassan eller naturligt stenmaterial. Orenheterna delas upp i två olika klasser. Till grupp 1 hör material som betong, tegel och metall. Till grupp 2 hör orenheter som trä, plast och syntetiska material. Asfaltgranulatet får innehålla orenheter av grupp 1 maximalt 1 % och orenheter av grupp 2 maximalt 0,1 %. Bestämning av orenheter är närmast en *subjektiv* metod.

I asfaltnormerna 2011 har man lagt mera vikt på hur asfaltgranulatet får användas i olika asfaltmassor. I SMA-massor är det förbjudet att använda returafalt, medan man i alla övriga massor får använda returafalt. Man har ställt krav på testningsfrekvensen för asfaltgranulatet baserat på mängden tillsatt granulat. Liksom tidigare får inte asfaltgranulatets stenmaterials maximikornstorlek överskrida den nya asfaltmassans övre siktstorlek (D). Om det på beläggningen eller dess asfaltmassa ställs stränga krav på dubbdäcksslitage, t.ex så att stenmaterialet bör uppfylla kulkvarnsvärdet A_{N7} eller A_{N10} , bör asfaltgranulatets stenmaterials hållfasthet bestämmas och dess medelvärde bör uppfylla de stenmaterialkrav som ställs på beläggningens (massans) stenmaterial. Om enbart kravet A_{N14} tai A_{N19} ställs på den nya beläggningens massans stenmaterial, så behöver man inte bestämma asfaltgranulatets stenmaterial egenskaper.

De uppgifter som man bör deklarerar på asfaltgranulatet baserar sig på använda tillsatsmängder, liksom tidigare i asfaltnormerna 2008. Förändringen är den att man inte behöver deklarerar asfaltgranulatets maximistorlek. Asfaltgranulatets kornkurva och bindemedelshalt bör alltid bestämmas. Testfrekvenserna är beroende av tillsatsmängderna. Om < 10 % asfaltgranulat tillsätts i slitlagret eller < 20 % asfaltgranulat tillsätts i övriga bundna asfaltlager, så är testningsfrekvensen 1 prov/2000 ton. Om tillsatsen av asfaltgranulat är större är testningsfrekvensen 1 prov/500 ton.

Enligt Asfaltnormerna 2011 behöver man inte mera deklarerar den tillsatta mängden asfaltgranulat i samband med asfaltmassans typbenämning (namn). Mängden tillsatt asfaltgranulatets meddelas i typprovsningsrapporten. Den högsta tillåtna tillsatsen av asfaltgranulatet är 50 % i slitlagermassor och 70 % i övriga bundna asfaltlager. Högre tillsatsmängder kan användas på objekt, som beställaren anvisar eller godkänner, förutsatt att kravet på stenmaterialet är A_{N14} eller A_{N19} . Om man tillsätter mer än 10 % asfaltgranulat i asfaltmassan bör asfaltgranulatet, som tillsätts, vara upphettat.

Asfaltnormerna 2011 ställer inga begränsningar på mängden asfaltgranulat som får användas. Enda restriktionen gäller SMA-beläggningar, där returasfalt inte bör användas. Asfaltnormerna 2011 styr på ett generellt sätt användningen av asfaltgranulatet till objekt där trafikmängderna är låga eller moderata och där lägre krav på stenmaterialets hållfasthet ställs. Asfaltnormerna 2011 beivrar återvinning under förutsättningen att man känner till och har kontroll på sin råvara – asfaltgranulatet.

5. ERFARENHETER

5.1. Allmänt

Generellt kan man påstå att Finland har mycket goda erfarenheter av asfaltåtervinning. Detta gäller både teknik, ekonomi, miljö och säkerhet. De goda erfarenheterna gäller både för varm återvinning i verk och olika återvinningsmetoder som utförs ute på vägen (in-situ metoder).

Det har gjorts flere undersökningar i Finland, som behandlar asfaltåtervinning. Trafikverket (tidigare Vägverket och/eller Vägförvaltningen) har beställt flere av dessa undersökningar, som beskrivs i litteraturförteckningen /13 – 16/. Nedan beskrivs erfarenheter och forskningsresultat, som berör asfaltåtervinning både i verk och på väg.

5.2. Varm asfaltåtervinning i verk:

I kapitel 2 angående statistik har mängden asfaltåtervinning getts (630.000 ton / 12,6 %). Största delen av asfaltverken i Finland har idag möjlighet att återvinna returasfalt. Mängden återvinning ökar hela tiden.

Produktionen av recycling-massor medför inga större problem. Produktionen kan klassas som helt normal produktion. De största problemen är förknippade med lagstiftningen och de tillstånd, som behövs för produktionen. (se kapitel 3). De tekniska problemen är små idag. Problemen, man hade under recyclingens begynnelsestid, med "blue smoke" är borta i och med att asfaltverken har utvecklats. Vissa problem med fukt har rapporterats då returasfalten matas in direkt i blandaren. Vissa problem kan uppstå vid lagring av returasfalt, i synnerhet under de hetaste sommardagarna.

Utläggning av genbruksasfalt medför inte heller några problem. Många utläggarglag tycker att RC – massan är bra, t.o.m. bättre än vanlig massa. En lite segare massa ger goda utläggningsegenskaper. Enbart vid krävande handarbete kan ibland vissa problem uppstå på grund av den något styvare asfaltmassan.

5.3. Varm återvinning på väg:

De olika in-situ återvinningsmetoderna har ökat kraftigt under de senaste åren i Finland. Detta kan ses i statistikavsnittet ovan. Trafikverket har goda erfarenheter av "Remixing-metoderna". Dessa metoder upplevs vara synnerligen ekonomiska lösningar. In-situ beläggningarna upplevs vara bra. De är utmärkta beläggningar för låg- och medeltrafikerade objekt. De används också på högtrafikerade objekt som slitlagerbeläggningar. Dessa metoder är goda och billiga metoder för reasfaltering och för reparation av t.ex. spår. Tekniken är bra i dag. Maskinparken har utvecklats. De olika spår-reparationsmetoderna har idag god jämnhet (i tvärled) i motsats till de problem man hade i början då man startade spårlagningsmetoderna!

I många av dessa in-situ metoder används det hög återvinningshalt. In-situ återvinning kan göras med alla massatyper. Dock gäller restriktioner vid SMA-tillverkning – där förespråkas inte återvinning.

5.4. Beläggningsunderhåll med återvinning på väg /16/

En av de kanske viktigaste undersökningarna som gjorts i Finland om in-situ återvinning är gjord av Taina Rantanen och Lauri Suikki på beställning av Vägförvaltningen /16/. I projektet (*"Användning av återvinningsbeläggningar inom beläggningsunderhållet"*) har man undersökt in-situ metodernas livslängd och deras initiella och årliga kostnader. I projektet har 21200 km väg, med olika återvinningsbeläggningar, huvudsakligen Remixer-beläggningar, undersökts.

Undersökningen började med att man intervjuade både entreprenörer (E) och beställare (B) om deras åsikter angående återvinning på väg. Åsikterna var:

- Att återvinningsbeläggningarna har större spårbildning än normal beläggningar (E och B).
- Att återvinning på väg (Remixing) inte skall göras mera än 2 gånger efter varandra (E och B).
- Att man borde minska användningen av återvinningsbeläggningar (B).
- Att återvinningsbeläggningar har en 15 – 30 % sämre hållbarhet än massabeläggningar (E).

Man intervjuade också aktörerna om restriktioner och problem, som förknippas med återvinningsbeläggningarna. Följande svar och åsikter gavs:

- Risken för misslyckanden stiger om man inte undersöker och beaktar den gamla beläggningsens egenskaper (t.ex. kornkurva, bindemedelshalt).
- För dålig upphettning av den gamla beläggningsen, alltför hög utläggningshastighet och för lågt fräsningsdjup är de vanligaste orsakerna till misslyckanden.
- Vid upphettningen av den gamla beläggningsen uppstår kraftig rökbildning. Man känner inte till hälsoriskerna (se kapitel 8).
- Bindemedlet hårdnar vid upphettningen. Detta kan leda till sämre hållbarhet.
- Om den gamla beläggningsen har stora segregationsproblem, så rekommenderas inte Remixing-metoder.
- Fel tvärfall kan inte åtgärdas med Remixing. Problemet blir större om flere likadana åtgärder görs efter varandra.
- Remixer-metoderna lämpar sig inte för smala vägar eller vägar med dålig bärighet i kanterna. Vägkorsningar, gator med många brunnar, mycket lappade beläggningar eller alltför tunna beläggningar är exempel på objekt som inte lämpar sig så bra för Remixing. Man undviker också att ta in utrustningen i städer och tätorter.
- Man (E) önskar att Remixing-objekten skall vara minst 15.000 m² stora och att en Remixing-entreprenad skall innefatta 1 – 1,5 Mm².

I undersökningens fältarbete undersöktes 21200 km belagd väg. Man bestämde objektens:

- beläggningsmetod samt de 3 föregående beläggningarna och beläggningsmetoderna
- beläggningstidpunkt
- spårbildningshastighet
- beläggningens kondition samt
- trafikmängd

Man delade in beläggningarna i två kategorier:

- massabeläggningar (MP, LTA, MPKJ) och
- återvinningsbeläggningar (REM och ART)

Dessutom delade man in beläggningsåtgärderna enligt de senaste åtgärderna:

- massabeläggningar med tidigare massabeläggningar
- återvinningsbeläggningar vilkas tidigare åtgärd har varit

REM	REM på massabeläggning
REM/REM	2 gånger REM efter varandra
REM/REM/REM	3 gånger REM efter varandra

(Man kan notera att Remixer+ beläggningar inte ingick i undersökningen!)

Beläggningarnas livslängd bestämdes främst via beläggningarnas spårutveckling.

Då man bestämde dessa beläggningsåtgärders livslängd, fick man resultaten som visas i bild 3.

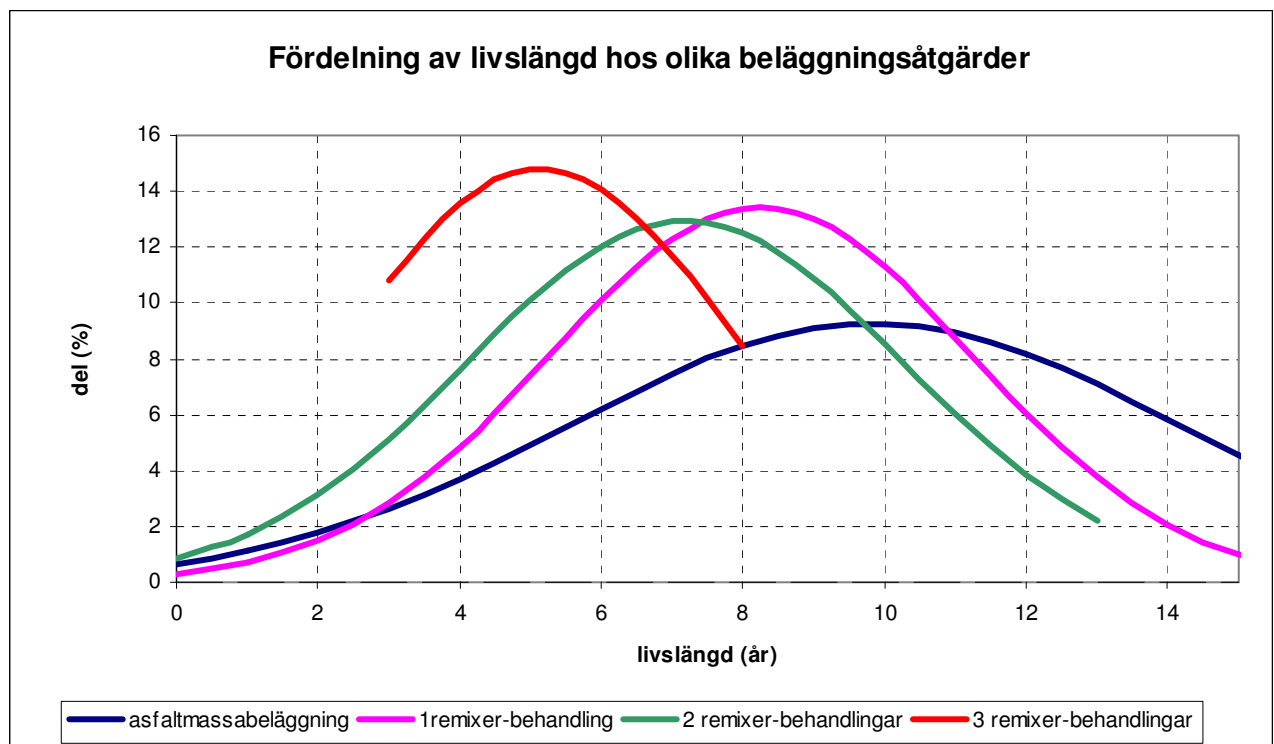


Bild 3. Genomsnittlig livslängd hos olika beläggningsåtgärder. /16/.

Ur bild 3 kan man se att vid varje "Remixing"-behandling minskar beläggningens livslängd med cirka 1 år jämfört antingen med en normal massabeläggning eller en tidigare "Remixing". I tabell 2 nedan visas hur mycket längre livstid en massabeläggning har i jämförelse med de olika återvinningsåtgärderna vid olika trafikmängd.

Tabell 2. Massabeläggningens procentuella livslängd jämfört med olika Remixing-åtgärder. /16/

ÅDT	Återvinningsmetod	Livslängdsökning av asfaltmassabeläggning
> 6000	1 Remixer-behandling	+ 25 %
	2 Remixer-behandlingar	+ 29 %
3000- 6000	1 Remixer-behandling	+ 21 %
	2 Remixer-behandlingar	+ 24 %
1500- 3000	1 Remixer-behandling	+ 17 %
	2 Remixer-behandlingar	+ 18 %

Då man beaktar de olika belägningsåtgärdernas livslängd och kostnader, så kan de årliga kostnaderna bestämmas. På grund av att Remixing är en billig metod, så förändras bilden man fått i bild 3 och i tabell 2. I tabellerna 3 och 4 jämförs de olika belägningsåtgärdernas årskostnader. I tabell 3 visas hur mycket dyrare de olika massabeläggningarna är än Remixing-beläggningarna baserat på årskostnader.

Tabell 3. Remixing-åtgärdernas årskostnader i procentuell jämförelse med olika massabelägningsåtgärders årskostnader. Resultaten i tabellen visar hur mycket dyrare massabeläggningarna är än Remixing-åtgärderna

ÅDT	Belägningsåtgärd	SMA 16/100 MP	LJYR+ SMA 16/100 LTA	SMA 16/80 MPKJ
> 6000	1 Remixer-behandling	+ 65%	+ 92%	+ 48%
	2 Remixer-behandlingar	+ 55%	+ 81%	+ 39%
		AB 16/100 MP	LJYR+ AB 16/100 LTA	AB 16/80 MPKJ
3000- 6000	1 Remixer-behandling	+ 51%	+ 82%	+ 35%
	2 Remixer-behandlingar	+ 46%	+ 77%	+ 31%
1500- 3000	1 Remixer-behandling	+ 59%	+ 92%	+ 42%
	2 Remixer-behandlingar	+ 58%	+ 90%	+ 41%

MP = massabeläggning (direkt på ojusterat underlag)

LJYR = lådfräsning

LTA = massabeläggning (på justerad yta)

MPKJ = Repaving (Massabeläggning på varmfräst yta)

I tabell 4 jämförs olika belägningsåtgärders årskostnader med varandra. Resultaten i både tabell 3 och tabell 4 visar att Remixing är en kostnadseffektiv åtgärd. Dessa resultat är väl den huvudsakliga orsaken till att Trafikverket (och NTM-Centralerna) beställer så mycket in-situ återvinnings-åtgärder.

Tabell 4. Olika belägningsåtgärders årliga kostnader.

€/år/m ²	ÅDT		
	1500-3000	3000-6000	> 6000
AB 16/20, 1 Remixer-behandling	0,30	0,37	0,42
AB 16/20, 2 Remixer-behandlingar	0,30	0,38	0,45
AB 16/100 MP	0,48	0,55	0,61
LJYR+ AB 16/100 LTA	0,57	0,67	0,73
AB 16/80 MPKJ	0,43	0,49	0,54
SMA 11/20, 1 Remixer-behandling *	0,32	0,39	0,45
SMA 11/20, 2 Remixer-behandlingar*	0,33	0,41	0,48
SMA 16/100 MP	0,58	0,68	0,75
LJYR+ SMA 16/100 LTA	0,68	0,79	0,87
SMA 16/80 MPKJ	0,53	0,61	0,67

Man rekommenderar att inte SMA-beläggningar skall åtgärdas med Remixer. Trots detta har en entreprenör gjort detta!

Rantanen och Suikki /16/ sammanfattar sin undersökning med följande konklusioner:

- Återvinningsbeläggningar har kortare livslängd än motsvarande massabeläggning. (se bild 3)
- Återvinningsbeläggningarnas årskostnader är dock betydligt lägre än massabeläggningarnas.

De ger följande restriktioner:

- Två på varandra påföljande återvinningsåtgärder (Remixing) är acceptabelt. Efter 2 Remixing-åtgärder bör en massabeläggning utföras.
- Remixing bör ej utföras om den gamla beläggningen är mycket gammal (>20 år)
- Objektet bör vara > 12.000 m²
- Remixing bör inte utföras om den gamla beläggningen är mycket dålig (potthål, segregation).
- Remixing bör ej utföras om vägen är smal eller beläggningen alltför tunn.

Man rekommenderar att den gamla beläggningens egenskaper undersöks före återvinningsåtgärderna. Trafikverket har också börjat göra dessa undersökningar (kornkurva, bindemedelshalt och bindemedlets penetration). Detta har också indirekt beaktats i de nya finska asfaltnormerna, som kräver att asfaltgranulatet bör testas. /12/.

Tankar om erfarenheterna av återvinning på väg

Trafikverkets beläggningsprogram har minskat från cirka 4400 km ny beläggning per år till endast cirka 3400 km per år. De olika remixing- och in-situ metoderna har ökat kraftigt i volym under de senaste 10-15 åren. Nedgången i beläggningsvolym har drabbat massabeläggningarna – inte in-situ metoderna. Olika remixer-metoders ökning och naturligtvis Trafikverkets brist på resurser har gjort att de genomsnittliga beläggningstjocklekarna har minskat i Finland under åren (2005 – 2008). I bild 4 visas hur beläggningarnas tjocklek har minskat. Sedan dess har både *Asfaltnormer* och Vägförvaltningen/Trafikverket försökt stoppa trenden genom att förespråka beläggningstjocklekar, som är minst 2,5 x asfaltmassans maximistenstorlek. Tyvärr finns det inte forskning och uträknad statistik på om de gjorda besluten och riktlinjerna har föreändrat trenden.

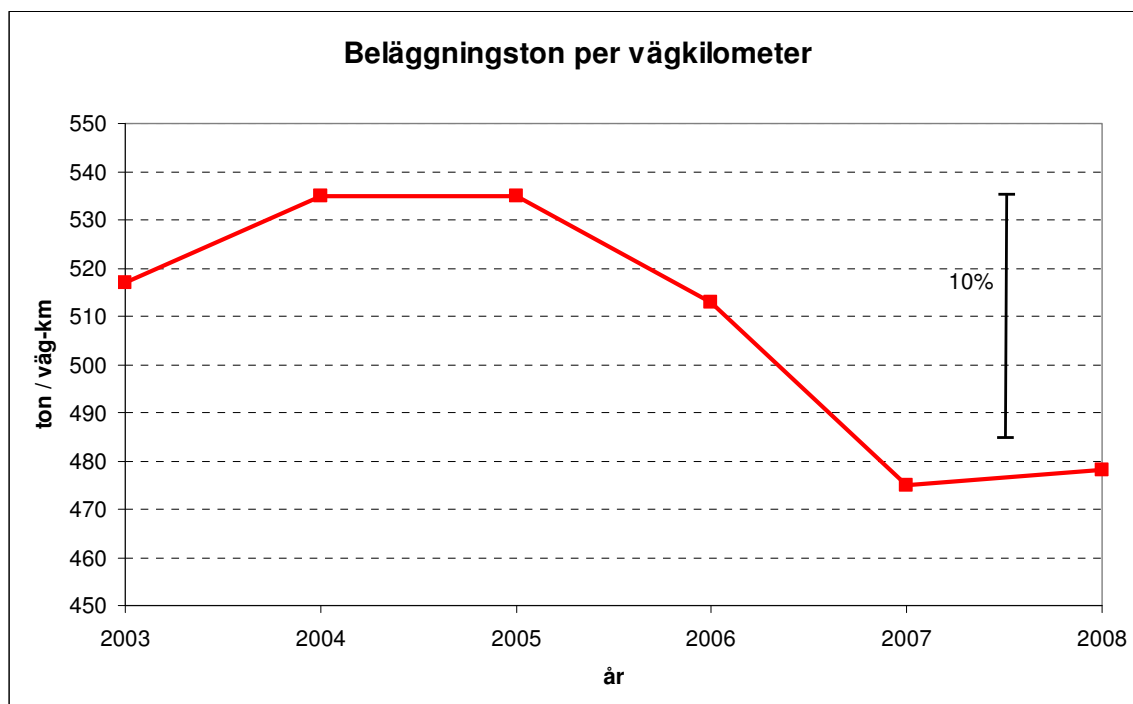


Bild 4. Utveckling av asfaltbeläggningarnas tjocklek (ton/km) under de senaste åren. /17/

Utvecklingen som visas i bild 4 är skrämmande. De olika återvinningsmetodernas ökning och framfart inverkar på att beläggningstjockleken generellt har blivit tunnare under de senaste åren. Detta sker på samma gång som trafikmängden har ökat med 20 % sedan år 2000. Den största orsaken är den resursbrist, som råder för tillfället inom väghållningen i Finland. Trafikverket har inte resurser att beställa optimala beläggningslösningar. Små resurser har medfört att beläggningsskador har ökat under de senaste åren. Alltför tunna beläggningar medför att utförandet blir mycket känsligt, då värmen helt enkelt inte räcker till för att göra kvalitativa beläggningar (fogar, lossning, potthål, segregation).

5.5. Temperaturmätningar vid Remix-arbeten.

Tekniska Högskolans avdelning för vägteknik utförde under sommaren 2009 temperaturmätningar i samband med Remix-arbeten. En orsak till dessa mätningar var att undersöka om Remix-metoden kan användas på broar. Remix-maskiner med olika uppvärmningseffekter användes. Denna undersökning var Finlands FoU-bidrag år 2010 på NVF's beläggningsutskotts förbunds möte. /18/

Temperaturer vid remixing-arbeten mättes på fem arbetsobjekt. I mätningarna användes infraröd termometer för mätning av ytemperatur och två kontakttermometrar för mätning av beläggningsens temperaturer i djupled. Temperaturerna efter de tredje värmarna varierade från 82 till 116°C på tre centimeters djup och från 57 till 72 på fem centimeters djup. De utförda mätningarna påvisar inte hur värmen sprids nedåt (under fräsningsdjupet) i den gamla beläggningen efter läggning och vältning av remixing-massan.

Projektet gav god information om olika stråvärmare (grillars) uppvärmningskapacitet. Den informationen borde generellt användas bättre vid återvinning på väg. (Se tidigare indikation på otillräcklig uppvärmning i kapitel 5.4.!) Projektet medförde också ett försiktigt ja till att använda Remix på broar. Rätt använt så torde inte broisoleringen skadas.

5.6. Återvinning av mjukasfalt och kall recycling

Under åren 1992-1995 byggde man många provvägar, där man ville utveckla nya alternativ till oljegruset. Efter år 1996 hade man inte gjort någon systematisk uppföljning på provvägarnas tillstånd, förrän Tekniska Högskolans vägteknikavdelning fick i uppgift av Vägförvaltningen att under sommaren 2007 göra en tillståndsbedömning på provvägarna i södra Finland. Motsvarande uppföljning av provvägarna i mellersta och norra Finland gjordes 2008.

Många försök och provvägar var utförda med emulsionsteknik, som då ansågs vara en potentiell ersättningsteknik för oljegrus. Flere olika bindemedel, med olika hårdhet, prövades. Man provade också flere olika halter av returafalt i dessa försök. Då tillståndet hos dessa 13-16 år gamla beläggningar bedömdes, så fick man följande resultat:

- 75 % "asfaltgranulat" var för mycket. Stensläppet var mycket större för en sådan massa än för motsvarande massa där 48 % asfaltgranulat använts. Här var bindemedlet en emulgerad B 800 (bitumen 650/900).
- Mjukasfaltbeläggningar, som var producerade med bindemedel V3000 eller B800 på "Turbo-verk", med en RC-andel på 50 %, var i bra kondition ännu efter 15 år.

Trots dessa försök med rätt goda resultat, så används ingen emulsion för massabeläggningar idag i Finland. Kostnaderna anses vara för höga. Kall recycling används således inte i Finland.

Återvinning av mjukasfalt görs rätt mycket i Finland på de lågtrafikerade vägarna. REMO-metoden är rätt vanlig i Finland (se statistik). Spårlagning med återvinningsmassor är också vanlig (spår-REMO).

6. KVALITET

6.1. Återvinning i verk

Man har börjat under de allra senaste åren undersöka returafalten allt mera. Asfaltgranulat (RAP) används allt mera, så det har blivit viktigt att ha koll på sitt råmaterial – asfaltgranulatet. Detta är en del av kvalitetstänkande, EN-normer och ökade användningsmängder.

Det har visat sig att det ur returafaltens återvunna bindemedlet är rätt hårt generellt. Penetrationen ligger ofta mellan 20 – 45. Penetration medelvärde är ofta ca. 30-35 i södra Finland och något högre i mellersta och norra Finland. I södra Finland har man länge huvudsakligen använt bitumen 70/100 (B 80) eller 50/70 (B 65) som huvudsakligt bindemedel, medan 100/150 (B 120) (mellersta) och 160/220 (B200) varit de dominerande bindemedlen i mellersta respektive norra Finland. Dessa bindemedel har också huvudsakligen använts i återvinningsmassor, i synnerhet i de massor som produceras med låg RC-%. I massor med högre halt RAP, så används ibland mjukare bindemedel. Oljebaserade rejuvenatorer (aromatiska eller nafteniska oljor) används sällan.

Också returafaltens kornkurva bör vara bestämd. För de högtrafikerade vägarna bör också stenkvaliteten (t.ex. kulkvarnsvärdet) i returafalten vara känd (se avsnitt normer).

Mjukare bitumen eller rejuvenatorer kan återställa bindemedlets penetration till den önskade eller ursprungliga nivån. Bindemedlets ”kemi” kan de inte återställa. Bindemedlet hårdnar genom avdunstning och oxidation i produktionsprocessen och också vid beläggningens åldring. Som tumregel gäller ju att bindemedlet hårdnar en klass (penetrationsklass) vid produktionen och en klass ute på vägen (åldring). Specialisterna i Finland anser att vi saknar forskningsresultat på bindemedlets ”kemi” vid återvinningen.

6.2. In-situ återvinning

Det som beskrivits ovan om undersökning av returafaltens komposition och egenskaper gäller också för den återvinning som görs in-situ. In-situ återvinning kan till och med vara mera kritisk ur kvalitetssynpunkt, eftersom RC-andelen i dessa metoder kan vara högre än vid varm återvinning i verk.

Därför har Trafikverket allt mera tagit i bruk en praxis att den gamla beläggningens egenskaper bör bestämmas före in-situ återvinning. Detta gäller i synnerhet före Remixing. Trafikverket och NTM-centralerna (tidigare Vägverkets distrikt) tar borrhärdigheter från beläggningar som skall Remixas. Man mäter kornkurva, bindemedelshalt och bindemedlets hårdhet.

Det har visat sig att det återvunna bindemedlet är rätt hårt i de gamla beläggningarna. Det samma gäller ju för bindemedlet i insamlad returafalt. Penetrationen är kanske till och med något lägre i Trafikverkets gamla beläggningar än i returafalt som grävs upp i städerna (kommun- och privata marknaden). En orsak till detta kan vara, att det i Trafikverkets gamla beläggningar finns så mycket beläggning, som har ”remixats”. I gamla beläggningar, som har remixats, kan penetrationen vara lägre än 30. Detta kan bero på att man vid Remixing under de senaste åren sällan tillsatt ”rejuvenatorer” i form av mjukbitumen. Det finns indikation på att man under de senaste 8 åren ”glömt” bort denna viktiga detalj i Remixing-tekniken. Då allting görs på rätt sätt

så är den mest använda ”rejuvenatorn” mjukbitumen 650/900, som tillsätts cirka 200 g/m². Utan tillsats av ”rejuvenator” (mjukbitumen) och/eller ”mjuk” tilläggsmassa, så är det klart att slutresultatet är ett mycket hårt bindemedel. Trots detta så har inga större problem, som är klart relaterade till för hårt bindemedel, rapporterats – om inte en generell tillståndsförsämring, som noterats på de finska beläggningarna, kan förklaras med ett för hårt bindemedel.

Man har i vissa fall rapporterat beläggningsskador, där misstankar om för hårt bindemedel har höjts. Ofta har det varit i samband med beläggningar som Remixats flere gånger. Rantanen och Suikki /16/ har visat att remixer-beläggningar har kortare livslängd (se kapitel 5.4.). Det finska Trafikverket ställer därför numera krav, som förbjuder en Remixer-behandling mer än två gånger efter varandra. Efter två Remixer-behandlingar bör en ny platta (massabeläggning) läggas.

Nu när man börjat undersöka de gamla beläggningarnas egenskaper som en rutinåtgärd, så kommer troligen något mjukare bindemedel att tas i bruk vid in-situ återvinningen. Detta gäller både användning av rejuvenatorer och tilläggsmassans beskaffenhet. Troligen ökar användningen av mjukare bitumen vid återvinning i verk och mjukbitumen vid in-situ återvinning!

7) MILJÖ

Eftersom gammal asfalt anses vara ett avfall, så uppstår alltid en miljödiskussion om återvinning av asfalt, lagring av returafalt och om miljöaspekter över huvudtaget.

7.1. Rökutveckling

Då man inledde recycling-verksamheten i Finland på 1970-talet med trumblandningsverk och höga RC-procenter, så var emissionerna av så kallad ”blue smoke” det stora diskussionsämnet. Vissa mätningar gjordes på den tiden, som visade att mängden ”blue smoke” var låg om temperaturen hölls under 120°C. Vid högre temperatur blev det stark rökutveckling vid recycling-produktionen på trumblandningsverk. Efter det har maskinerna utvecklats och man har bättre temperaturkontroll än tidigare. I praktiken finns inga trumblandningsverk mera. All recycling i verk sker med varmsatsblandning! ”Blue smoke” är inte ett stort problem idag.

Vid remixing-arbeten kan dock rökutveckling vara ett problem, vilket visas i bild 5. Denna rökutveckling kan störa arbetet och trafiken. Rökutvecklingen kan vara rätt stark om främmande material, såsom vägmarkeringsmassor, blir upphettade alltför mycket. Detta påpekades både i Finlands FoU-rapport 2010 /18/ och i Finlands huvudrapport 2010 om arbetsskydd och säkerhet /6/.



Bild 5. Normal rökutveckling vid Remixer-arbete.

7.2. Utsläpp vid återvinning i verk

Man gör regelbundna mätningar på asfaltverkens utsläpp. Användning av asfaltgranulat i varm återvinning i verk medför inga utsläppsproblem. Utsläppen i luft vid återvinning hålls väl inom de utsläppskrav som ställs på asfaltverken. Man kan eventuellt se en liten ökning av utsläpp då returasfalt används. Man är ibland tvungen att höja temperaturen något (5-10 °C) då RAP används. Då får man naturligtvis också något högre CO₂-emissioner.

7.3..Utlakning

Avfallshantering brukar ge utsläpp i grundvatten och i mark. I Finland har man gjort några undersökningar om utlakningen ur lagrade returasfalthögar.

Utsläpp i mark vid oljegruslagring

År 1993 beställde Vägverkets Kymmene läns distrikt av Tekniska Högskolan en undersökning, där man mätte de kolväten som läckte ut i marken under ett oljegruslager /19/. Meningen med undersökningen var att bedöma om man behöver skydda underliggande mark då oljegrus lagras.

Prover togs på från tre olika djup, dels direkt under oljegruset, från 0,5 meters och från 1 meters djup. Tre parallellprov togs och dels togs prover från omgivningen där inget oljegrus fanns.

Resultaten visade att utlakningen av kolväten var rätt låg.

Vid de mätningar som gjordes i närheten av oljegruslagret fann man i Valkeala 30 och 33 mg/kg och i Rautjärvi 20 och < 4 mg/kg kolväten i marken. Enligt de regelverk (förordning 214/2007), som finns för oljor och kolväten i markgrunden, så anses marken nedsmutsad om den innehåller > 300 mg/kg (gränsvärde) av dessa. Rengöringsåtgärder måste göras då koncentrationen överskrider 600 - 2000 mg/kg ("riktvärden för åtgärder"/ alternativt 100-3500 mg/kg, beroende på oljans typ och markanvändning).

Eftersom värdena var mycket lägre än gränsvärdena, drogs slutsatsen att något skyddslager under oljegruslagret inte behövs.

Övriga asfaltmassor bedöms ha ännu mindre risk för utlakning, eftersom bindemedlet i normala asfaltmassor är styvare och mindre volatilt än i oljegrus. Därför anser man att inga tätskikt behöver användas, varken under mjukasfaltlager eller under övriga asfaltlager.

Returasfaltens skadliga ämnen och utlakning

I ett diplomarbete har Toni Keski-Lusa /20/ undersökt returasfaltens miljöpåverkan.

Han har dels undersökt vilka skadliga ämnen returasfalten innehåller och dels har han gjort utlakningsprov med hjälp av diffusionstester. Generellt kan man säga att returasfalt innehåller mycket låga halter av skadliga ämnen. Han får föga oväntat det resultatet att utlakningen ur gammal asfalt och returasfalt är mycket liten. Lagringen av gammal asfalt och returasfalt har obetydlig miljöpåverkan.

7.4. Livscykelanalyser och -inventarer (LCI ja LCA)

I Finland har inga större livscykelanalyser gjorts under de senaste åren. De undersökningar och analyser som har gjorts är från slutet av 1990-talet. /21,22/

Det saknas omfattande kunskap om beläggningars, beläggningsarbetens och beläggningsunderhållets miljöpåverkan. Man vet att beläggningsarbetenas ekoeffektivitet kan ha betydelse på miljöpåverkan. Med ekoeffektivitet förstår man förhållandet mellan ett objekts miljönytta och dess belastning på miljön. I beläggningsarbeten uppnås god ekoeffektivitet om återvinning av gammal asfalt görs. Då man gör livscykelanalyser, så får man mycket fördelaktiga resultat av återvinningen. Resultatet förbättras avsevärt, ju högre återvinnings-andelen är. Den bästa ekoeffektiviteten vid asfaltproduktionen kan uppnås då återvinning av gammal asfalt görs. /21,22/

Då återvinningens "miljöbalans" uträknas, så ställs återvinningens produktionskostnader (fräsning, krossning och uppvärmning) och transporter emot de resursinbesparingar man uppnår vid återvinningen.

8. SÄKERHET / ARBETSSKYDD

8.1. Allmänt

Man använder förhöjda temperaturer i nästan alla arbeten med varm återvinning. Det är därför möjligt att rökutvecklingen och emissionerna är större vid RC-arbeten än vid produktionen av ny asfalt.

Vid varm återvinning i asfaltverket måste man ge akt på att gammal asfalt inte är i direktkontakt med flammorna i upphettningstrumman.

8.2. Remixerarbeten

I Finland görs mera remixer-arbeten än i de andra nordiska länderna. I Finland läggs årligen 12-15 Mm² in-situ-beläggningar av olika slag. Rökutvecklingen vid remixer-arbeten är ofta stark, i synnerhet om den tidigare beläggningen värms alltför kraftigt. Det är främst arbetarna runt maskinerna och speciellt förarna som utsätts för bitumenrök. Mätningar har dock visat att exponeringsvärdena för bitumenrök är relativt låga, 0,12–0,18 mg/m³ vid utläggningsenheten (screeden). Ovanför värmeaggregaten är dock rökkoncentrationen betydligt högre, 5,8 mg/m³./23/.

I framtiden finns det möjligheter att minska arbetarnas exposition för rökgaser. Med fjärrmanövrering eller förarhytter på maskinen kan den totala exponeringen för rökgaser minskas. Det finns nu remixingutrustningar som byggts om så att gaserna från uppvärmningen av beläggningssytan suggs upp och förbränns innan luften släpps ut från maskinen. Mätningar har visat att emissionen av polyaromatiska kolväten minskar markant. En utveckling på längre sikt är att hitta en uppvärmningsteknik som inte sker med öppna eldslågor utan istället använder infra- eller mikrovägsvarme. Försök med dessa metoder har dock hittills visat sig ge höga energikostnader.



Bild 6. Exempel på en Remixer-utrustning, som förbränner rökgaserna från den uppvärmda beläggningen.

Institutet för arbetshygien mätte under 1990-talet arbetarnas exponering i remixer-arbeten. Enligt studien uppvisade exponeringen för rök och andra kemikalier låga värden. /23/. Också på Remixer-arbetsplatser, där man hade använt talloljebeck i den gamla beläggningen, gjorde man mätningar med rätt låga värden som resultat. Talloljebeck har en stickande lukt som anses vara ytterst obehaglig. Resultaten har beskrivits i det finska NVF beläggningsutskottets huvudämnesrapport 2010 /6/ samt naturligtvis i undersökningen. /23/.

Enligt en dissertation av Virpi Väänänen är utsläppen vid remixer-arbeten och arbetarnas exponering på relativt låg nivå och under gränsvärdena. Väänänens studie visade dock att halterna som uppmätts vid remixing av beläggningar av typ SMA och AB, är något högre än vid normala asfaltarbeten. Dessa resultat har beskrivits i det finska NVF beläggningsutskottets huvudämnesrapport 2010 /6/ samt naturligtvis i Väänänens dissertation. /24/.

9 RESTRIKTIONER MOT ÅTERVINNINGEN

9.1. Främmande ämnen

I de nya asfaltnormerna 2011 /12/ och enligt standard EN 12697-42 så ställs det krav på returasfaltens renhet. Enligt de nya föreskrifterna får inte returasfalten innehålla mera än 1 % betong, tegel eller metall eller mera än 0,1 % övriga "orenheter" såsom trä och plast.

Tolkar man detta ordagrant så får man knappast återvinna asfalt som innehåller rester av markeringsmassor och förstärkningsnät.

Tidigare användes talloljebeck, som rejuvenator, vid remixing. Talloljebeck har en stickande lukt vid återvinningen. Man har också rapporterat att talloljebeck eventuellt kan ge deformationsproblem för de återvunna beläggningarna.

Finland har fått sitt första tjärasfalt-case. Problemet uppdagades då tjärhaltig beläggning återvanns med varm recycling. Vid återvinningen uppstod irritationsskador (ögon och hud) för arbetarna. Tjärasfalten kommer att åtgärdas och återvinnas enligt svensk praxis med kallblandning.

Tjärasfalt har aldrig använts i någon större utsträckning i Finland.

9.2. Restriktioner som är relaterade till objekt eller den gamla beläggningen

I kapitel 5.4. har man redan nämnt restriktioner mot återvinningen som är beroende av produktionsmässiga eller kvalitetsmässiga orsaker.

Man kan konstatera att återvinning i verk kan utföras mera som en kontinuerlig process. Återvinning, som görs som verksblandning ställer inga större krav på beläggningsobjektet. Eventuella restriktioner kommer från regelverk och från lagstiftningen (se tidigare avsnitt)

Återvinning på väg kräver att objektet (entreprenaden) bör ha en storlek, som gör verksamheten lönsam. Objektet bör i övrigt också lämpa sig för återvinning och det bör vara på en plats där den oftast stora utrustningen kan arbeta. (se kapitel 5.4.)

10 EKONOMI

Återvinning av gammal asfalt ger god ekonomi – i synnerhet i tider då priset på bitumen är högt. Inbesparing av stenmaterial ger en viss inbesparing. Stenmaterialet är generellt billigt i Finland, så inbesparingarna i stenmaterial är rätt små. I vissa trakter, såsom i huvudstadsregionen eller platser med dålig stenkvalitet, kan inbesparingen bli mera betydande. Som en tumregel kan man dock påstå att återvinningens (i verk) produktionskostnader är något högre än vad inbesparingen av stenmaterial är. Den största ekonomiska nyttan kommer från inbesparingen av bitumen.

Ekonomi är mycket beroende på transportlängder och -kostnader. I tätorter uppstår mycket gammal asfalt, som bryts upp vid olika byggprojekt och ombyggnadsobjekt. I storstäderna tar asfaltverken emot mycket gammal asfalt. Man får in så mycket returafalt, att man får problem med de ”skrattretande” låga mängder som asfaltverken får lagra enligt sina miljötillstånd. Här har miljömyndigheterna, som i princip förespråkar återvinning, en mycket schizofren inställning till verksamheten. I storstäderna har man således ett överskott på asfaltgranulat, medan man på landsbygden inte får tillräckligt med material.

Krossning av gammal asfalt är ju rätt kostbart. För att hålla kostnaderna nere bör man helst krossa stora mängder på en gång. Här kan tillstånden sätta käppar i hjulen. Det krossade asfaltgranulatet kan ta upp rätt mycket fukt, vilket inverkar på ekonomin. Asfaltgranulatet bör helst hållas torrt, alltså skyddas.

Asfaltverkens RC-utrustning innebär rätt stora investeringar. Ett verk bör årligen använda stora mängder asfaltgranulat som råvara för att en investering av en skild RC-trumma skall vara lönsam. Här gäller naturligtvis vanliga investeringskalkyler. Utbud och efterfrågan inverkar också på investeringsbesluten.

Ute på landsbygden är tillgången på gammal asfalt så liten att investeringar inte blir lönsamma. Frakt av returafalt och/eller asfaltgranulat är så kostbart att det inte lönar sig att frakta dessa ”råvaror” mer än 10-20 km.

I Finland tar i allmänhet asfaltverken emot gammal asfalt gratis. Detta gäller i synnerhet för större kunder, så som Trafikverket och kommunerna. På grund av problemen med begränsningarna, som ställs på lagringsmängder i asfaltverkens tillstånd och ökade renhetskrav, så börjar asfaltverken skärpa kraven på sin mottagning. Det har i vissa fall blivit aktuellt att ta betalt för gammal asfalt som levereras! I praktiken betalar ingen för den asfalt som de tar emot.

Det skulle vara viktigt både ur miljösynpunkt och ur ekonomisk synpunkt att beställaren skulle beställa asfalt med högre RC-halt. Då skulle inte problem med förvaring och lagring av stora mängder asfalt uppstå. Ny lagstiftning är under beredning och det kan hjälpa till att minska lagringsproblemen.

Deponierna tar emot asfaltavfall. Priset är i princip högt. Men flere deponier tar emot asfaltavfall antingen gratis eller till en låg avgift, eftersom asfalten kan användas som täckmaterial. Avfallsskatten är 40 €/ton. Att föra den gamla asfalten till asfaltverken är det mest ekonomiska alternativet för den som har ”asfaltavfall”.

Recycling kan ge transportkostnadsinbesparingar. Detta gäller i synnerhet i områden där stenmaterial måste transporteras långa sträckor, t.ex. i huvudstadsregionen.

11. FRAMTIDSUTSIKTER

Återvinningen av asfalt fortsätter att öka. Det är uppenbart att också andelen asfaltgranulat, som tillsätts i återvinningsmassorna kommer att öka. Det är ekonomin och miljöaspekter, som kommer att vara drivkrafter för ökad återvinning. Om livscykelanalyser och totala utsläppsmängder kommer att beaktas mera än i dag, så kommer dessa resultat att ställa krav på ökad recycling.

De nya asfaltnormerna samt den eventuella nya lagstiftningen kommer också att främja asfaltåtervinningen.

Den tekniska utvecklingen går vidare och asfaltverk och in-situ utrustningarna blir effektivare och renare.

Då asfaltverken börjar ha bättre kontroll på sin returafalt och sitt asfaltgranulat, så kommer produktionen av asfaltmassor med hög RC-andel att bli pålitligare, med bättre kvalitet som resultat. Bättre produktionsstyrning ger bättre möjligheter att göra produkter med hög andel asfaltgranulat. Kontrollen på inkommande returafalt kommer att skärpas, som en del av denna målsättning.

Allt tyder på att återvinning av asfalt kommer att öka under de närmaste åren. Det finns rätt mycket potential för detta. Om de uppskattningar, som visar att bara hälften av den gamla asfalten kommer till asfaltindustrin för återvinning, håller streck, så kan återvinningsverksamheten under de närmaste 10 åren ännu växa mycket!

LITTERATURFÖRTECKNING

1. Recycling; Återanvändning av gammal asfalt (huvudämne 1982, Åbo); NVF utskott 33 asfaltbeläggningar; NVF Rapport nr 2 1983.
2. Recycling (huvudämne 1997 i Borgå), statusrapporter från DK,FIN,I N och S. /2/
3. Asfaltens Gröna Bok, (huvudämne 1998, Akureyri), nationella statusrapporter + gröna boken, NVF rapport xxx. (Recycling ingår som en del av detta miljöämne)
4. Uppföljning av Asfaltens gröna bok (huvudämne 2003 Reykjavik) NVF rapport 1/2008. (Recycling ingår som en del av detta miljöämne)
5. Miljöanpassade beläggningar (huvudämne 2009, Sønderborg) (Recycling ingår som en del av detta miljöämne)
6. Trafiksäkerhet och arbetsmiljö för beläggningsarbetare (huvudämne 2010 Marstrand), NVF rapport 2010. (Recyclingens inverkan på arbetsmiljön ingår som en del av detta ämne)
7. Handbok för återvinning av asfalt, Vägverket (Sverige), Publikation 2004:91.
8. Kyösti Laukkanen, Rainer Laaksonen; Base Course Stabilization Development Project INFRA-STABIL, Summary Report; Finnra reports 48/2007 (Vägförvaltningens rapport).
9. Markku Pienimäki, Kyösti Laukkanen; Bitumia sisältävien kerrostabilointien pohjoismaiset testausmenetelmät, Nykytilaselvitys; Tiehallinnon selvityksiä 43/2007. (Vägförvaltningens rapport).
10. Lagar och förordningar, som berör återvinning av asfalt:
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19931072> Lagen om avfall
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20101126> Avfallsskattelagen
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940468> Lag om miljökonsekvensbedömning
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060713> Förordning om MKB
11. PANK ry, Asfalttinnormit 2008; ISBN 978-952-99985-0-0; <http://pank.fi>
12. PANK ry, Asfalttinnormit 2011; ISBN 978-952-99985-1-7; <http://www.pank.fi> (PANK ry., c/o Nynas Oy, Äyritie 12B, 01510 Vantaa; fax +358 20 7433320)
13. Laura Apilo, Katri Eskola; Uusiopäällystetutkimukset 1998 (*undersökningar på återvinningsbeläggningar*); Tielaitoksen selvityksiä 7/1999 (*Vägverkets rapport 7/1999*).
14. Mikko Puttonen, Katri Eskola; Asfalttirouheen kierrätys (*Återvinning av asfaltgranulat*); opublicerad intern rapport, Vägverket, 2006 / 2007.
15. Veli Pekka Lämsä; Asfaltin uusiokäyttö tierakentamisessa (*Återvinning av asfalt i vägbyggning*); Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 27/2005. (*Vägförvaltningens interna publikation 27/2005*).
16. Taina Rantanen, Lauri Suikki; Uusiopäällysteiden käyttö päällysteiden ylläpidossa (*Bruk av recycling inom beläggningsunderhållet*); Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 56/2009. (*Vägförvaltningens interna publikation 56/2009*)
17. Harri Spoof, Pekka Mild; Tienpäällystysurakoiden optimaalinen sisältö ja laajuus (*Optimalt innehåll och omfattning för beläggningsentreprenader*); Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 54/2009. (*Vägförvaltningens interna publikation 54/2009*).
18. Markus Simonen; Temperaturmätningar vid Remixing-arbeten sommaren 2009; NVF beläggningsutskottet; Finlands bidrag 2010 till FoU-konkurransen.
19. Nina Raitanen; Tutkimus öljysoravaraston ympäristövaikutuksista (*Undersökning av oljegruslagars inverkan på miljön*); TKK/Tielaboratorio, 1.11.1993. (Tekniska Högskolan/Väglaboratoriet, 1.11.1993 – på finska)

20. Toni Keski-Lusa; Asfalttimurskeen ympäristökelpoisuus (*Asfaltgranulatets miljöduglighet*); Diplomarbete, Tammerfors tekniska Universitet, 2008; (utfört åt NCC Roads Oy)
21. IVL-report, Life Cycle Assessment of Asphalt Pavement, 2000
22. VTT, Environmental adaptation of concrete and asphalt pavements, 1996
23. Pirjo Heikkilä et al., Occupational exposure to bitumen during road paving, AIHA Journal 63: 156-165 (2002)
24. Virpi Väänänen, Occupational Exposure in Paving with Asphalt Modified with Recycled materials, Kuopio University Publications C. Natural and Environmental Sciences 233, 2008. 191 p; ISBN 978-951-27-0971-7 (Doktorsavhandling)

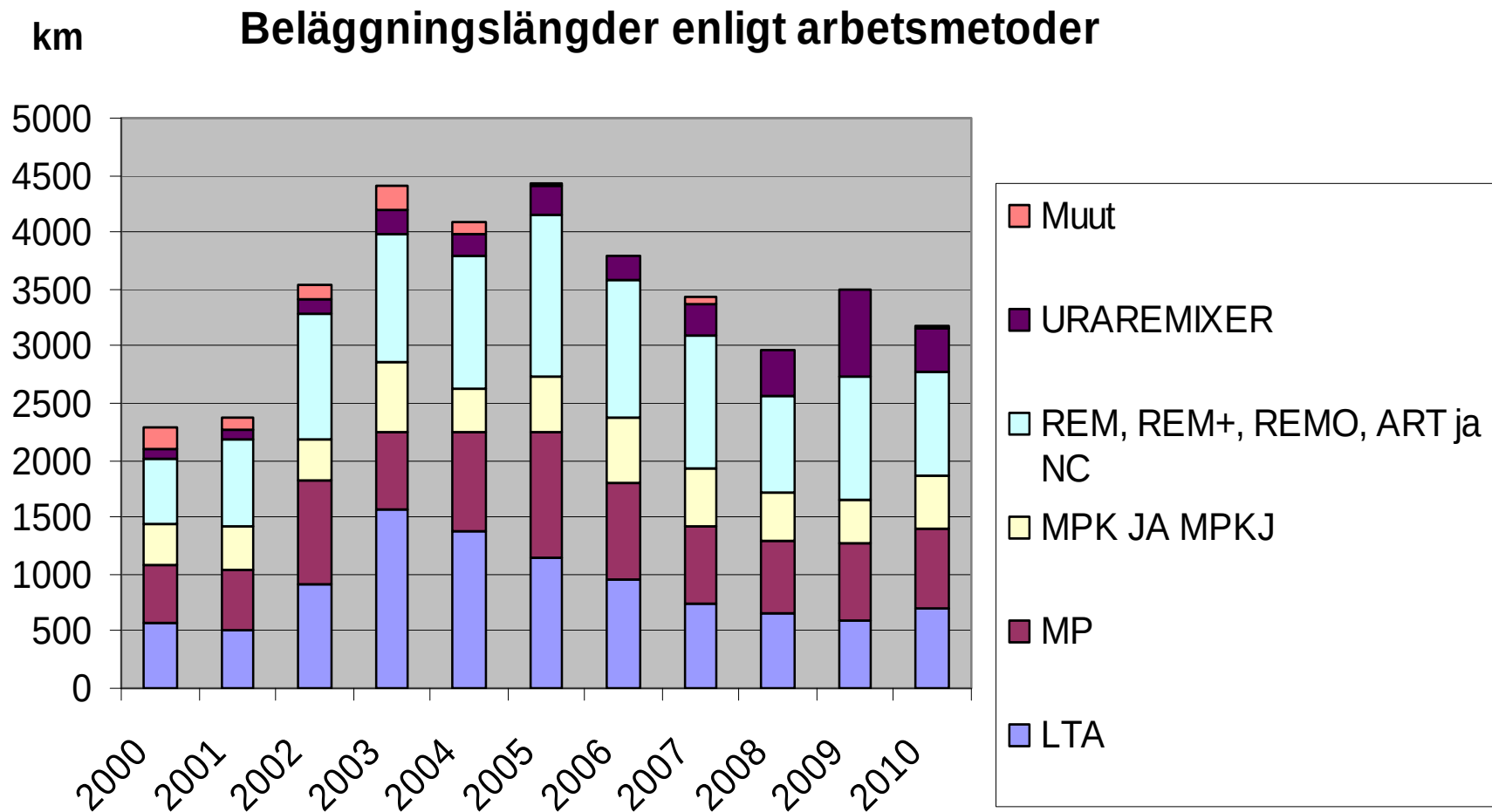
Återvinning på väg

Lars Forstén
NVF förbundsutskottsmöte
6.6.2011, Kristiansund

Återvinning av asfalt i Finland

- Mängd retur-asfalt är okänd !
Uppskattning 0,8 – 1,5 Mton ~1,1 Mton
- 630.000 ton asfaltgranulat återvinns i varm produktion.
RC-andel 12,6 %.
- In-situ återvinningen är stor 12 – 15 Mm²
(~680.000 ton gammal beläggning)
RC-andel 65 %
- Stabilisering. 0,55 Mm²
RC-andel 40 %
- Mängden obunden retur-asfalt i markbyggnad är okänd !

Återvinning på väg /1



Återvinning på väg / 2

- Hela marknaden för "in-situ återvinningsmetoder" har uppskattats (grov uppskattning) vara 12 – 15 Mm²/år. Fördelningen av de olika in-situ metoderna är eventuellt:

•	Remix	8,6 Mm ² (inkl. REM +)
•	MPKJ	1,8 Mm ²
•	REMO	0,4 Mm ²
•	Spår-remix	1,1 Mm ²
•	Spår-REMO	0,3 Mm ²
- MPKJ = Repaving ; REMO = Remixing av mjukasfalt

Återvinning på väg / 3

Tabell 1. Uppskattning av de olika in-situ återvinningsmetodernas massamängder, tjocklek och RC-tillsatsmängd.

Metod	Fräsningsdjup/ Behandlingens massa	Tilläggsmassa	RC-%
Remixer (och spår-Remixer)	3,5 - 4,0 cm 80 – 100 kg/m ²	20 kg/m ²	75
Remixer +	2,0 – 2,5 cm 100 kg/m ²	60 kg/m ²	40
MPKJ	2,0 - 2,5 cm 100 kg/m ²	80 kg/m ²	20
REMO (+ spår-REMO)	2,5 – 3,5 cm 100 kg/m ²	40 kg/m ²	60

Återvinning på väg / 4



- Utgående från de olika in-situ metodernas tjocklek/fräsningsdjup, och tillsats av ny asfaltmassa kan man räkna ut metodernas RC-%. (se tabellen ovan!)
- Genom att jämföra dessa data med en ny massabeläggnings asfaltmängder kommer man till att dessa in-situ återvinningsmetoderna (totalt > 12 Mm²) skulle innebära en återvinningsandel på 65 %.
- Med dessa metoder har man “sparat” 680.000 ton ny asfalt.
- Denna RC-andel finns sällan med i den “officiella” statistiken!

Erfarenheter av in-situ metoderna (närmast Remixing)

Återvinning på väg / 5



- **POSITIVA ERFARENHETER**
- Erfarenheterna är huvudsakligen goda!
- Bra ekonomi! Billiga beläggningar!
- Bra ekonomi! Låga årliga kostnader!
- Snabba metoder! Mycket ny beläggning per timme eller arbetsinsats.

Erfarenheter av in-situ metoderna (närmast Remixing)

Återvinning på väg / 6



- **NEGATIVA ERFARENHETER**
- Kortare livslängd! (se bild!)
- Lämpliga bara på landsvägar – inte i tätorter!
- Bör ha en rätt homogent underlag, med bra bärighet och rätt geometri.
- Kvalitet? Den gamla beläggningen bör vara homogen och “testad” för god kvalitet!
- Rökbildning!? Arbetshygien?
- Säkerhet på väg?
- Bindemedlet hårdnar! Enbart 2 på varandra följande Remixer-behandlingar tillåts!

Erfarenheter av in-situ metoderna (närmast Remixing)

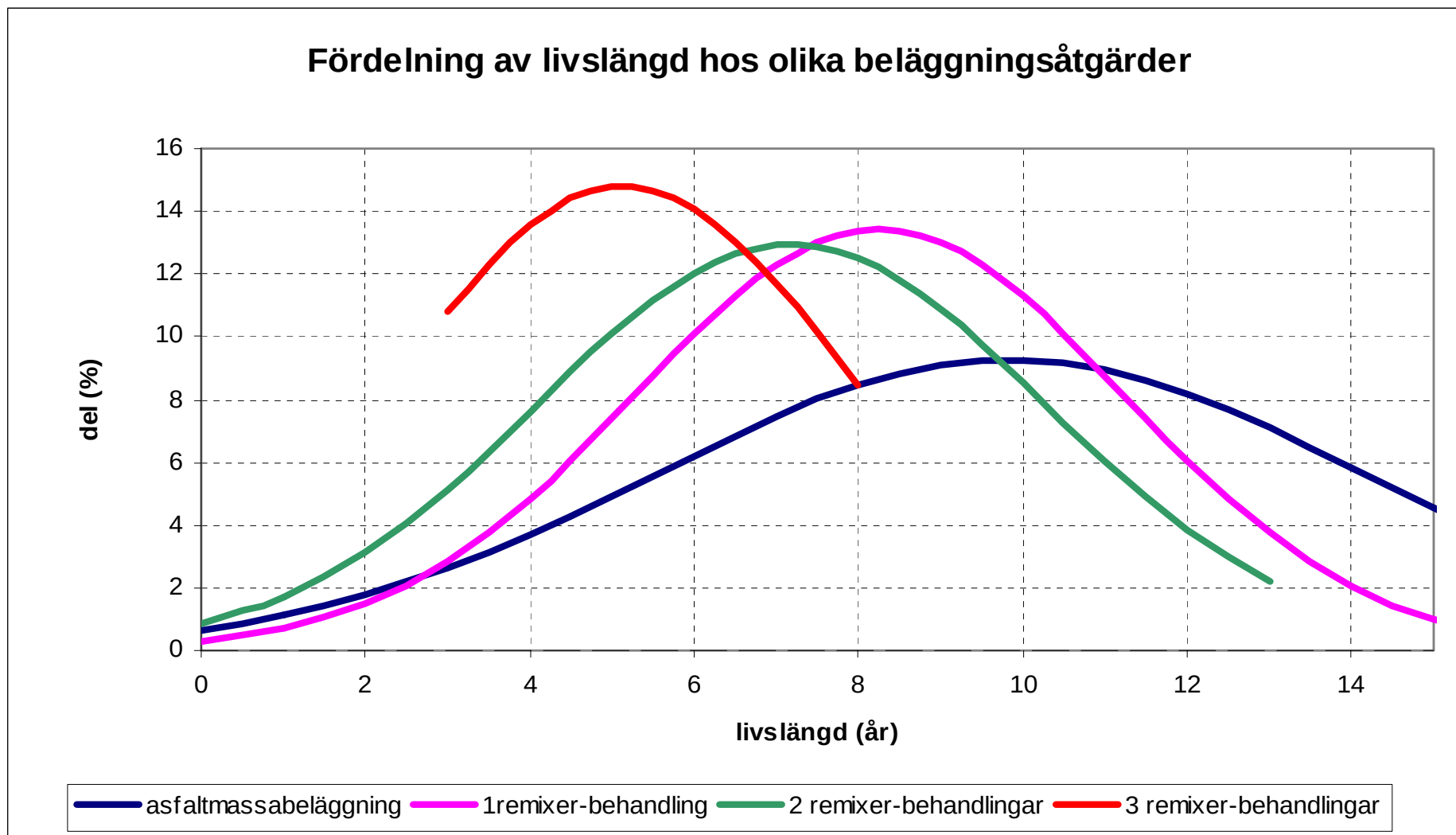
Återvinning på väg / 7



- **MÖJLIGHETER TILL MISSLYCKANDEN**
- För dålig uppvärmning (strålvärmarna)
- För litet fräsningsdjup.
- För tunna beläggningar! I kall väderlek kan det bli *Mission impossible!*
- Gammal beläggning är inte undersökt / testad → Fel eller för hård slutprodukt.
- Den gamla beläggningens bindemedel kan vara mycket hårt. (penetration < 30).
- Bortlämning av “rejuvenator” (=mjukt bitumen). Användning av för hårda bindemedel.
- Gör vi för spröda (hårda) in-situbeläggningar?

Remixer-beläggningarnas livslängd

Återvinning på väg / 8



Remixer-beläggningarnas årskostnader

Återvinning på väg / 9

LEMMINKÄINEN

ÅDT	Beläggningsåtgärd	SMA 16/100 MP	LJYR+ SMA 16/100 LTA	SMA 16/80 MPKJ
> 6000	1 Remixer-behandling	+ 65%	+ 92%	+ 48%
	2 Remixer-behandlingar	+ 55%	+ 81%	+ 39%
		AB 16/100 MP	LJYR+ AB 16/100 LTA	AB 16/80 MPKJ
3000-6000	1 Remixer-behandling	+ 51%	+ 82%	+ 35%
	2 Remixer-behandlingar	+ 46%	+ 77%	+ 31%
1500-3000	1 Remixer-behandling	+ 59%	+ 92%	+ 42%
	2 Remixer-behandlingar	+ 58%	+ 90%	+ 41%

MP = massabeläggning (direkt på
ojusterat underlag)
LJYR = lådräsning
LTA = massabeläggning (på justerad yta)
MPKJ = Repaving (Massabeläggning på
varmfräst yta)

11.8.2011

11

Rökbildning (närmast Remixing) Återvinning på väg / 10

Lemminkäinen



Rökbildning (närmast Remixing) Återvinning på väg / 11

Lemminkäinen



Rökbildning (närmast Remixing)

Återvinning på väg / 12



- Vid in-situ metoderna kan rätt stark rökutveckling ske
- Röken kan vara en fara för trafiken på arbetsplatsen
- Speciellt stark är rökutvecklingen då vägmarkeringar upphettas (bränns!)
- Arbetshygien?
- Arbetshygieniska mätningar har, trots röken, visat på rätt låga expositionsvärden. Dock är de något högre än vid arbete med massabeläggningar!

De nya Asfaltnormerna 2011 / Återvinning

Lars Forstén
NVF förbundsutskottsmöte
6.6.2011, Kristiansund

Asfaltnormer 2011

- Finland har fått nya **Asfaltnormer 2011**
De ersätter *Asfaltnormer 2008*.
- Med de nya normerna vill den finska asfaltbranschen
 - implementera EN-normer
 - ta i bruk CE-märkning av asfaltmassor och råvaror
 - förtydliga vissa punkter (fel) i de gamla.
 - främja återvinning
- CE-märkning av massor från och med 1.7.2013. Det behövs en förberedelsetid för detta!
- Preciseringar:
 - Proportionering → *Planering*
 - Små förändringar i krav på *mjukasfalt* och *gjutasfalt*

Asfaltnormer 2011 / 2



- Små förtydliganden om olika beläggningars massamängder:
 - $\sim 2,5 \times$ max. stenstorlek gäller
 - REM+ $\rightarrow 0,55 \times$ motsvarande massabeläggningens tjocklek
 - MPKJ $\rightarrow 0,75 \times$ motsvarande massabeläggningens tjocklek
(gäller minimimängd tillsatt massa!)
- “Planering”
2 olika planeringssätt.
 - matematiskt (recept beräknas)
 - funktionell planering (proportionell)I entreprenadpappren bestäms planeringsnivån
- Preciserade rekommendationer för beläggningstyp på olika objekt

Asfaltgranulat

Asfaltnormer 2011 / 3



- Asfaltgranulat enligt SFS-EN 13108-8
- Asfaltgranulat är en av råvarorna.
- Renhetskrav F1 (subjektivt / EN 12697-42)
 - grupp 1 < 1%
 - grupp 2 < 0,1 %
- Asfaltgranulat i slitlager < 10 % och i övriga lager < 20%:
 - bindemedel % och kurva (1/2000ton)
- Asfaltgranulat i slitlager > 10 % och i övriga lager > 20 %:
 - ursprungstyp
 - bindemedel% och kurva (1/500ton)
 - bindemedelstyp (hårdhet)
- Om slitagekrav (A_N7 eller A_N10) ställs på stenmaterialet i ny beläggning, så bör asfaltgranulatets stenmaterial testas.

Asfaltgranulat / Återvinning

Asfaltnormer 2011 / 4



- Vid “planering” av återvinningsmassor:
 - Bindemedelstyp bör beräknas utgående från asfaltgranulatets bindemedel och det önskade bindemedlets (egenskaper och mängd)
- Asfaltgranulatets användning, mängd och egenskaper bör deklarerars i typprovnsrapporten.
- Asfaltgranulatet deklarerars inte i asfaltmassans typbenämning (AB 16)
- Högsta tillåtna mängd asfaltgranulat i slitlager är 50 %.
Högsta tillåtna mängd asfaltgranulat i övriga lager är 70 %.
 - Högre mängd kan tillåtas på objekt, som beställaren anvisar, ifall stenmaterialkravet för dessa beläggningar är A_N14 eller A_N19 .
- Inget asfaltgranulat tillåts i SMA-beläggningar!
- Om $> 10 \%$ asfaltgranulat tillsätts i återvinningsmassan, så bör asfaltgranulatet uppvärmas.

Allmänt

- **Bästa asfalt- och miljövänner!**

- Asfaltindustrin / beläggningsbranschen är en industri och en bransch, som är jättebra på Recycling / Genbruk / Återvinning!
- Vi gör mycket mera återvinning, än vad vi uppvisar i vår officiella statistik!
Vi redovisar bara för den återvinning som görs i verk!
Vi bör eventuellt besluta hur vi uppger vår totala återvinningsmängd?

- | Land | RC i verk | Total RC |
|---------|--------------|----------|
| Finland | 12,6 % | (26,2 %) |
| Island | 2,3 % (0,7%) | (1,4%) |
| Danmark | 8,3 % | |
| Norge | 3,6 % | (5,8 %) |
| Sverige | 7,0 % | (12,3 %) |

- Ur miljöperspektiv kunde vi marknadsföra oss, som en grön bransch, som gör mycket återvinning!
- Vi kan öka vår återvinningsverksamhet! Om bara viljan finns! Bort med skepticismen!
Återvinningsbeläggningar har tillräckligt god kvalitet!

- **TACK !**



Udvalg Belægninger Islandsk nævn



Hovedemne 2011

GENBRUG

I Vejbranchen kan man vel sige at genanvendelse af belægningsmaterialer, byggematerialer og endog affald har været praktiseret lige så længe man har haft veje. Dette gælder også i Island, selvom vi ikke har haft romerske veje som udgangspunkt.

Varmt genbrug på værk

Colas er i øjeblikket den eneste asfaltproducent i Island der anvender genbrug i produktionen. Et nyt batch--anlæg med en blande-kapacitet på 240ton/time blev taget i anvendelse i 2008 og blev fra starten forberedt til dette med separat fødekasse, transportør og indvejning samt forbedret udsugning til at kunne anvende genbrug.



Colas tager imod asfalt både som fræst materiale og i store stykker. Sidst på vinteren knuses og sigtes det og kan anvendes direkte i blanderen på værket.

Colas Island har som målsætning at anvende 10% genbrug i alt bærelagsasfalt og slidlagsasfalt med kravsspecifikationen < 5000 ÅDT. Der produceres også en 0/20 recept med 20% genbrug, som tilbydes som et billigt asfaltbærelag eller som slidlag på meget let befærdede veje med ÅDT<3000.

Udover den miljømæssige gevinst ved genbrug er der også omkostningsbesparelser. Dels kan bindemiddelprocenten reduceres med ca 0,5% og dels spares selvfølgelig nyt tilslagsmateriale.

Materialer som genbruges i asfaltproduktion	Levering
Fræste asfaltmaterialer fra gamle belægninger	Leveres fra egne entrepriser og andre entrepriser efter aftale
Ny asfalt fra opstarts –og fejlproduktion	Fra eget værk
Knust glas	Fra genbrugsfirma (Endurvinnslan)

Det årlige forbrug af genbrugsmaterialer hos Colas Island var

Ca 3000 ton i 2009 (ialt modtaget ca 14000ton) og

Ca 2000 ton i 2010 (ialt modtaget ca 3000ton)

I forhold til den totale asfaltproduktion hos Colas Island er der derfor stadig tale om en meget lille proportion (2009: 2,4% og 2010: ca 2,3%)



Genbruget knuses og sigtes

Påvirkning af kvalitet

Der er ved de angivne procenter ingen målbar virkning på kvaliteten, sammenlignet med bærelag og slidlag-asfalt med 100% nyt tilslagsmateriale. Den usikkerhed der måtte være ved at 10-15% af tilslaget ikke er så veldefineret som nyt tilslagsmateriale synes ikke at gøre sig gældende med hensyn til den endelige kvalitet af produktet.

Miljø og Arbejdsmiljø

Der er ikke registreret nogen miljømæssige problemer ved anvendelse af de oplyste mængder genbrug. Udlæggerholdene har ikke haft noget at udsætte på asfalt med genbrug, udover at det virker lidt stivere og derfor lidt vanskeligere at arbejde med, hvor der er mange kroge, hjørner og dæksler.

Ifølge norske undersøgelser¹ finder der absolut ingen forurening af jorbund sted som følge af afvanding ved opbevaring af asfalt til genbrug. Hos Colas Island deponeres det modtagne genbrugsmateriale endvidere på forsejlet underlag og alt afvanding ledes igennem udskiller- tanke.

I Island har der ikke været anvendt tjære i asfaltproduktion mange år, og derfor er der ikke PAH (polycyclic aromatic hydrocarbons), som er et carcinogen, i det genbrugsmateriale der indsamles.

Lovgivning

Det islandske vejvæsens specifikationer tillader op til 10% genbrug i asfalt produceret på batch-anlæg²

Potentiale for øget anvendelse af genbrug.

Der er i Island et uudnyttet potentiale for en øget anvendelse af genbrug, specielt i bærelag og bindelag. Meget affræst belægningsmateriale køres direkte på affaldsdepot eller anvendes i landfyld og (mindst resourcespild) på gangstier i visse naturområder.

Et forsigtigt skøn anslår et potentiale på ca 150 – 300.000ton materiale egnet til genbrug ud af en total årlig asfaltproduktion på ca 400.000 ton. Efterhånden som Islands økonomi kommer sig ovenpå krakket i oktober 2008 og investering i vejvedligeholdelse øges, vil genbrugspotentialet forøges yderligere. Når markedet i f.eks Reykjavik-området normaliseres omkring 160.000 – 200.000 ton om året, vil der med 10% tilsætning af genbrug derfor være et behov for 16.000 – 20.000 ton genbrugsmateriale om året, alene omkring Reykjavik, men det er helt afhængig af markedet.

¹ Stopp og Belagg. 3. 2010

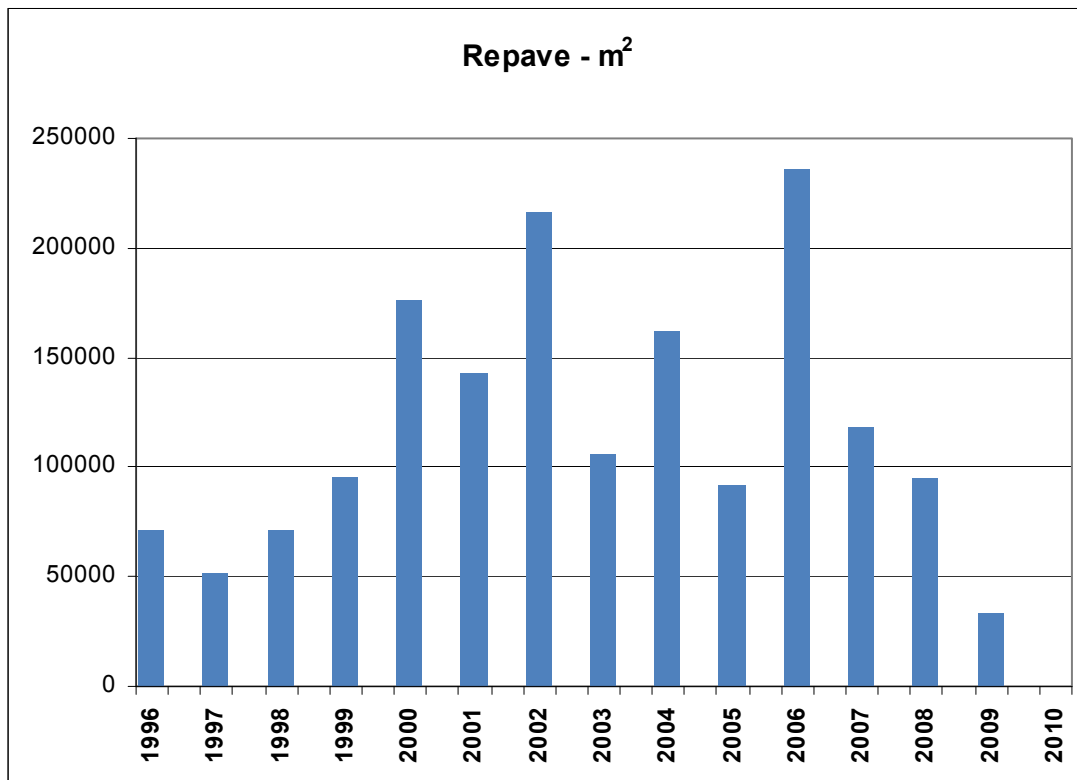
² Alverk95 14.47/b



Knust glas klar til at blande i asfalten

In situ remix / Repave

Vejvæsenet i Reykjavik har igennem flere år udliciteret rehabilitering af hovedfærdselsårer i Reykjavik med brug af Repave metoden. Da der ikke i Island findes entreprenører med dette udstyr har det oftest været NCC fra Sverige der udlejede udstyr og mandskab til jobbet. Repave, som specificeret af det islandske vejvæsen, omfatter affræsning af de øverste ca 15-20mm af det gamle slidlag for at oprette hjulspor, opvarmning af overfladen til 120°C -150°C, rivning af overfladen og udlægning af et nyt, tyndt lag skærvemastik (SMA) slidlag til endelig kote. Når det nye slidlag er afkølet til ca 100°C indsættes tromler. Det affræste materiale har hidtil ikke været genbrugt i asfaltproduktion om end Colas for få år siden aftog nogle mængder efter aftale med entreprenøren som forsøg. Genbruget består derfor i at det eksisterende slidlag genanvendes ved opvarmning og tilføjelse af et tyndt nyt lag SMA. Omfanget af Repave har varieret meget de senere år, og i 2010 blev der slet ikke udliciteret noget. I 2011 har vejvæsenet udliciteret ca 100.000m² .



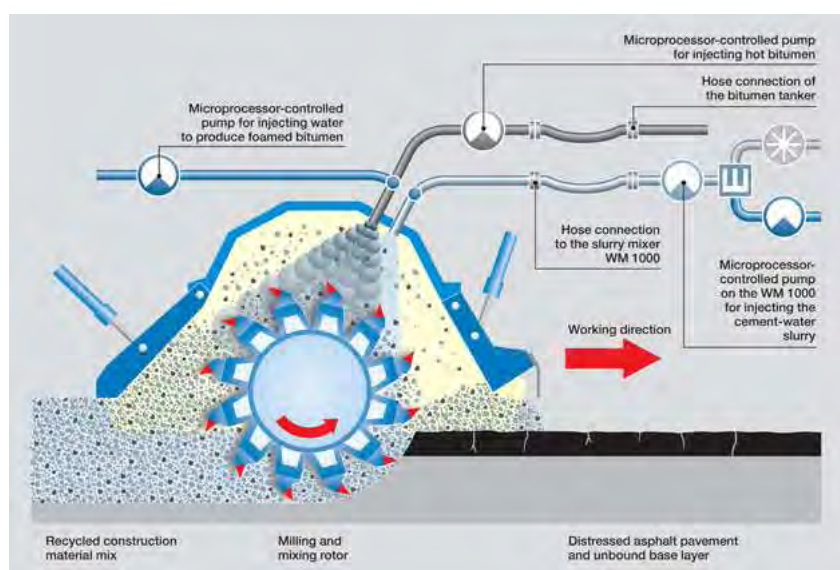
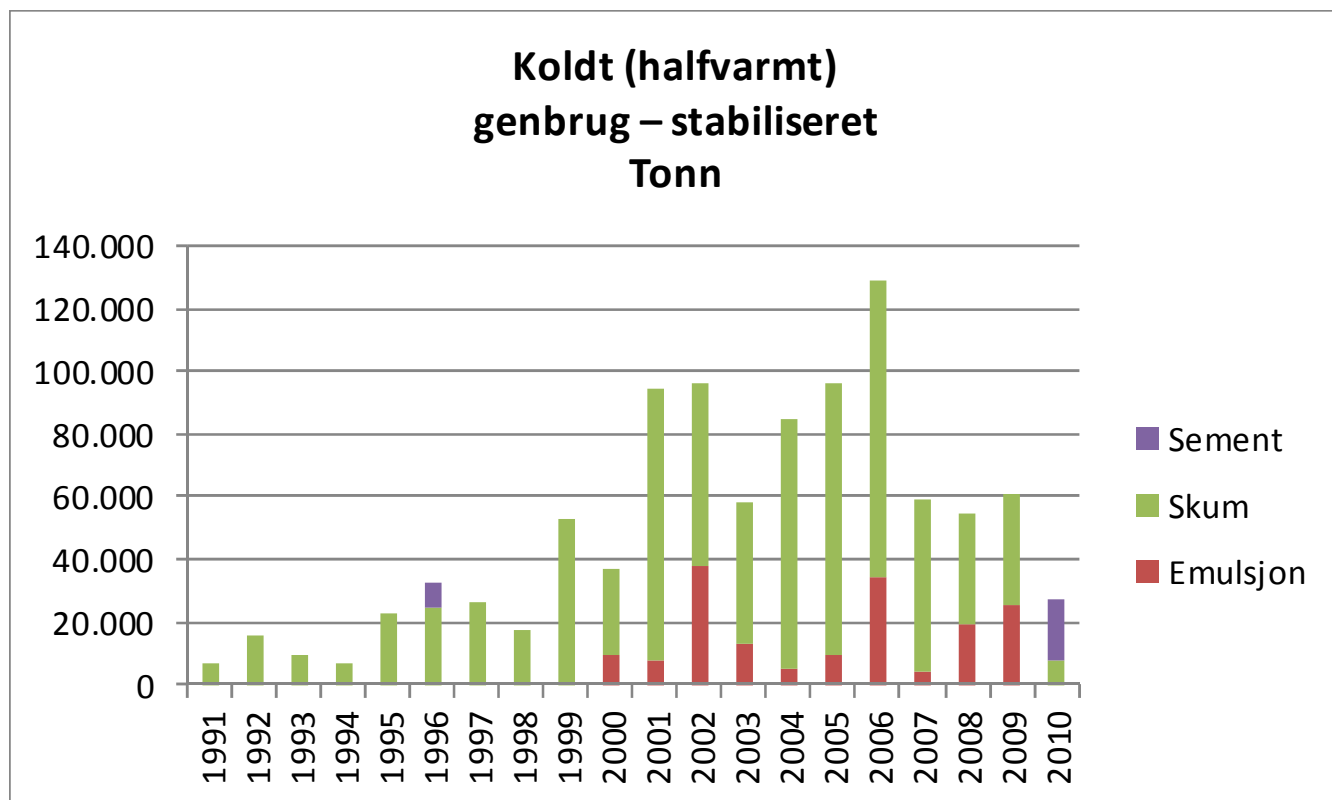
Her ses hvordan Repave mængderne har varieret en del igennem de senere år. I gennemsnit har ca 5% af arealet af vej-rehabilitering med asfalt været udført som Repave.



Repave i Reykjavik

Koldt (halvvarmt) genbrug, stabilisering

Det islandske vejvæsen, Vegagerðin, har i de seneste 20 år genbrugt gamle bærelag og slidlag (hovedsageligt udtjent overfladebehandling) ved In situ Stabilisering ved indblanding af skumbitumen, bitumen-emulsion eller cement. Formålet er at indbygge ny styrke i bærelaget og foretage en opretning/afretning i samme operation



In situ stabilisering med skum-bitumen

Koldt genbrug – ikke stabiliseret

Fræste asfaltmaterialer fra gamle belægninger har været brugt på mange forskellig måder i Island . Først for nylig er der som nævnt tidligere kommet gang i udviklingen med at anvende fræste materialer i asfaltproduktion, mens det hidtil blandt andet er blevet anvendt som slidlag på grusveje rundt om i landet. Metoden består oftest i at materialet spredes med grader, vandes og tromles. Fræste asfalt materialer har også været brugt som slidlag på grus bærelag i forbindelse med omkørsler (diversion) ved længerevarende vejarbejder.

Vi har kun kunnet finde omtrentlige tal for omfanget af fræst, koldt genbrug i Reykjavik Kommune:

2007 – 3.355 m³

2008 – 2.355 m³

2009 – 1.959 m³

2010 – 1.204 m³



Genbrug – konklusion

Når bortses fra anvendelse af affræst materiale i grusveje, som har været praktiseret i mange år, er den mest udbredte form for genbrug i Island in-situ stabilisering af bærelag efterfulgt af ny overfladebehandling. Der findes flere entreprenører med udstyr og god erfaring.

In-situ remix / repave har også været anvendt i flere år, specielt på hovedfærdselsårer i Reykjavik. Problemet har været, at mængderne ikke har været tilstrækkelige til at flere islandske entreprenører har villet investere i det meget specialiserede udstyr som kræves. Der har derfor været meget lidt konkurrence på dette område.

Genbrug af asfalt ved asfaltproduktion (GMA) er først for nylig kommet i gang i Island og der regnes med at denne metode vil vinde hastigt frem på grund af de miljømæssige og prismæssige gevinster. Der kræves en opdatering af specifikationerne fra myndighedernes side.



Udbruddet i Eyjafjallajökull. Om man ikke kan anvende aske i asfaltproduktion !?

Endurvinnsla á Íslandi

(Gjenbrug i Island)



Oversigt

- Varmt genbrug på værk
- In situ remix / Repave
- Koldt genbrug – stabilisering

Varmt genbrug på værk



Varmt genbrug på værk

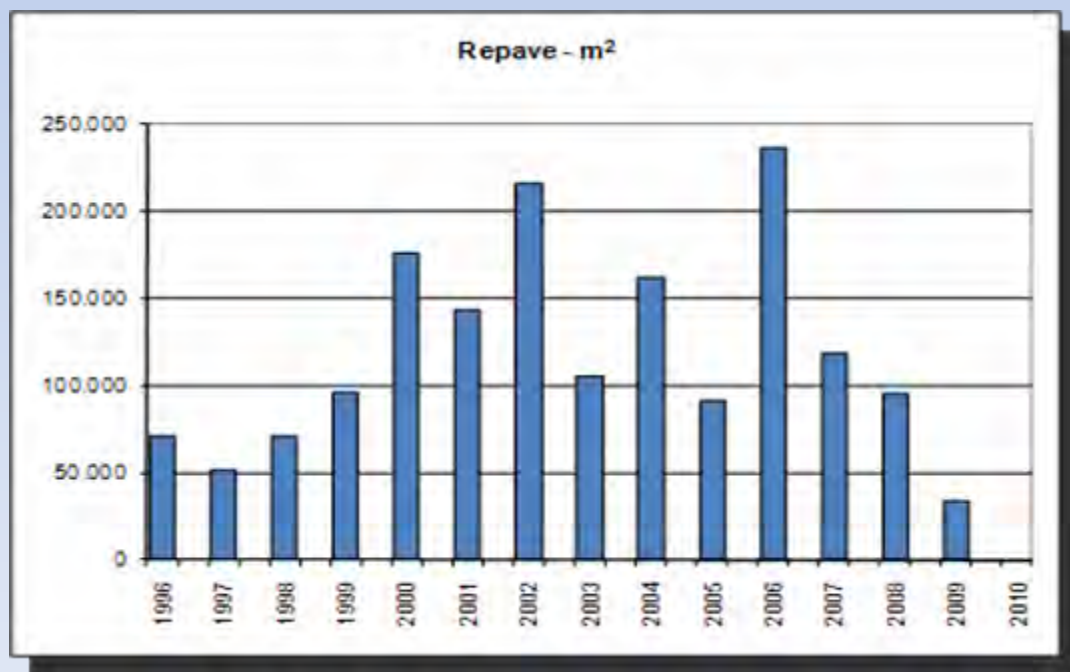
- Genbrug i Hot-mix blev taget i anvendelse i 2008
- Colas Island har som målsætning at anvende **10%** genbrug i alt bærelagsasfalt og slidlagsasfalt med kravsspecifikationen < 5000 ÅDT
- I 2009 var genbrugs anvendingen ca **2,4%** og 2010 ca **2,3%**

In situ remix / Repave



In situ remix / Repave

- Metoden har været i brug siden 1996
- Omfanget meget varierende
 - Max 2006 ca **235.000** m², 2010 **0** m² (2011 ca **100.000** m²)



Koldt genbrug – stabilisering

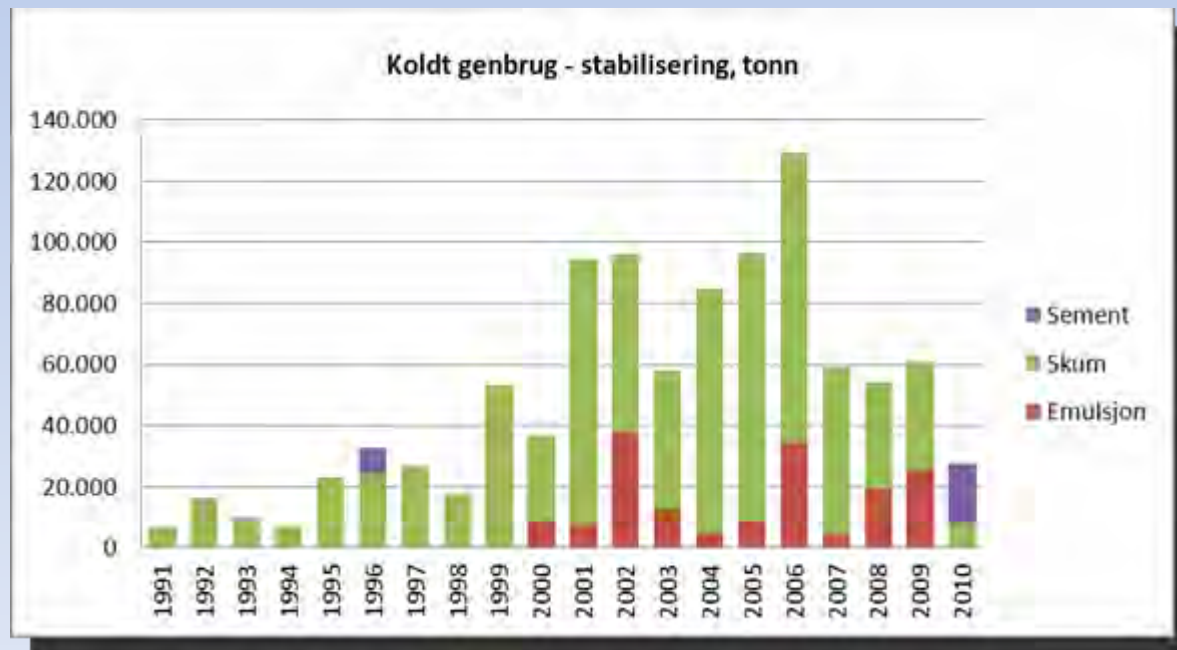


Koldt genbrug – stabilisering

- Vegagerðin har i de seneste 20 år genbrugt gamle bærelag og slidlag ved In situ stabilisering ved indblanding af skumbitumen, bitumen-emulsion eller cement.
- Formålet er at indbygge ny styrke i bærelaget og foretage en opretning/afretning i samme operation

Koldt genbrug – stabilisering

- Bitumen stabilisering har vært dominerende
- Sement stabilisering kommer sterkt inn på grunn av stor prisstigning i bitumen



We shall overcome.....



Gruppeoppgaver Årsmøte 2011

GRUPPE 1: Entreprenører

Jarle Gehrken (gruppeleder), Jon Borge Finset, Henrik Sjøholm, Lotte Josephsen og Lars Forstén.

Hva begrenser gjenbruk, hvilke hindringer ligger hos byggherren og entreprenøren ?

- **Kunnskap/kompetanse**
- **Konservatisme**
 - Skepsis til nye metoder
 - Entreprenør kunne vært flinkere til å visualisere egenskaper ved gjenbruk
 - Vilje til investering
 - Tilgjengelighet og plassbehov
 - Tillatelse til å lagre større mengder – vi trenger hjelp framyndighetene
 - Økonomiske incentiver
 - Transportkostnader
 - Kontraktsutforming
 - Høyere grad av gjenbruk gir økt krav til oppfølging (prøvetaking)
- **Hindringer – Entreprenører:**
 - Plass
 - Investeringer
 - Tillatelser (myndighetskrav)
 - Kapasitet
 - Videreformidling/markedsføring internt/eksternt av kunnskap
 - Tilgjengelighet (Norge?)
 - Transportstrekning - økonomi
- **Hindringer – Byggherrer:**
 - Manglende interesse
 - Vi ønsker oss en tydeligere og mer riktige miljømål for å øke gjenbruksmengden
 - Manglende kompetanse (kompetansen sitter ikke i bestillerledd, men i teknisk avdeling)
 - KONSERVATISME...

GRUPPE 2: Byggherrer

Hva begrænser gjenbruk, hvilke hindringer ligger hos byggherren og entreprenøren ?

Svend Petersen, Danmark, Gruppeleder; Thor Asbjørn Oynæs, Norge; Thorsten Nordgreen, Norge; Thorgrim Dahl, Norge; Ingvi Arnason, Island; Jóannes Sigmundur Jensen, Færøerne.

Opgave.

Hvad begrænser genbrug, hvilke hindringer ligger hos byggherren og entreprenøren.

Overordnede fordele ved genbrug:

1. Sparer materiale
2. Mindsker transport
3. Økonomi
4. Miljø – ingen permanent deponering, mindre CO2 mm.

Hvad begrænser genbrug hos byggherren:

1. Økonomiske incitament mangler.
2. Jo mere genbrug, jo mere kontrol for at sikre levetid. F. eks. skal det kontrolleres hvilket materiale der genbruges og hvordan det genbruges.
3. Ukendskab til langtidsvirkninger ifb. med genbrug.
4. Manglende regler/normer, der sikrer at man ved hvad man køber.
5. ***"Rædslen" for dårligere kvalitet, holder byggherren tilbage.***

Hvad begrænser genbrug hos entreprenøren:

1. Skal bruge resurser til sortering og opbevaring, helst under tag.
2. Uklare/uhensigtsmæssige regler (Måske mest i DK).
3. Manglende økonomisk incitament.
4. Stor risiko ved funktionskontrakter.

Gruppe 3

Forringes eller forbedres kvaliteten på ferdig asfaltdekke ved gjenbruk ?

Torbjörn Jakobssen (gruppeleder), Bjørn Ove Lurfald, Mansoor Ahadi, Petur Petursson, Steen Larsen og Timo Blomberg.

- Dekkene kan både bli bedre eller sãmre eller ofõrendrat
- Asfalten pãvirkes av trafikk, klimat og frãsning eller graving (kornkurve, bindemedel, kvalitet pã stenmaterial)
- Fõrprovningar viktig og en bra mix design
- Kontroller vid produktion ogsã viktig

Återvinning alltid mulig, men helst ska den återvinnas till ny belãgning (Remix eller varm återvinning i verk). Kall eller halvvarm återvinning till obunden lager.

Varm återvinning i verk:

- + bearbeidningsbarhet
- + packning
- + bestãndighet
- + stabilitet
- ? utmattning
- ? styvhet

Enligt finska studier gãr asfalt att remixa tvã gãnger, derefter gãr det till varm återvinning i verk

Kall- og halvvarm återvinning lika bra som nyttillverkad kall- og halvvarm massa. Om ytan blir torr ska den forseglas

Asfaltgranulat till obundna bãr og fõrstãrkningslager ger goda egenskaper om packning utfõrs pã ett bra sãtt.

Gruppe 4:

Gi gjenbruk av asfalt positive og/eller negative bidrag til miljøet ?

Torkil Olsen (gruppeleder), Carl Thodesen, Bjørn Kalman, Halldor Torfason, Ernst Nielsen, Jette Bork, Juha Äijö

Positivt:

- Materialet ender ikke som avfall i naturen
- Det spares på råstoff og energi til råstoffproduksjon
- Besparelse av bitumen
- Image pleje
- Nye teknologier og metoder utvikles

Negativt:

- Holdbarheten er ukjent
- Begrensede anvendelsesmuligheter
- Spørsmål ved flere gangers gjenbruk
- Mulig manglende økonomisk insitament

Gruppe 5:

Oppfattes asfalt som produkt som miljøvennlig, internt i bransjen og eksternt i samfunnet ?

- Grethe Asmundsen, No
- Marianne Würtz, Dk
- Åke Sandin, Sv
- Markus Simonen, Fi
- Eirik Wulvik, No
- Jostein Aksnes, No (gruppeleder)

Internt i bransjen:

- Oppfatter asfalt som et meget miljøvennlig og bra produkt.
- Erkjenner at vi har et forbedringspotensiale:
 - redusert produksjonstemperatur
 - mer varm gjenbruk
 - bevissthet omkring ressursbruk
 - miljøregnskap
 - minimere transport
 - best mulig utnyttelse av materialer
- Konservativ bransje, endring tar lang tid
- Svak kobling mellom ledelse og asfaltarbeidere hos entreprenørene
 - ledelsen prater miljø, men etterspør tonn

Eksternt:

- Trafikant
 - ønsker et fint asfaltdekke å kjøre på, men forbinder ikke asfalt som et miljøvennlig produkt.
- Nabo til asfaltverk
 - negativt med støy, støv og lukt, ikke miljøvennlig
- Miljømyndighetene har for lite kunnskap om asfalt og oppfatter asfalt som et lite miljøvennlig produkt
- Generelt lite kunnskap om hva asfalt inneholder

Hva bør gjøres:

- Mer informasjon!
 - Vi har en stor oppgave i å gjøre kjent for folk flest og myndigheter at asfalt faktisk er miljøvennlig og ufarlig produkt

- Vær forsiktig med å tillate tilsetning av ulike stoffer som kan gjøre senere gjenbruk problematisk

Paradoks:

- Ingen stiller spørsmål ved asfalt som ligger på veien, men f.eks en lagerhaug med frestmasse oppfattes som farlig for miljøet med fare for giftig avrenning.

Gruppe 6:

Hva er ideell anvendelse av asfaltgranulat ?

Lars Peter Jensen (gruppetleder), Geir Roar Berg, Mats Wendel, Sven Fahlstrøm, Baldur Einarsson, Terhi Pellinen

Den industri som fremstiller et produkt bør kunne gjenvinne det.

Ideell anvendelse;

Energi – Miljø

- minimum håndtering
- minimum prosess & minimal energitilførsel
- kortest mulig lagring

Kvalitet

- planlegging slik at bruk (% tilsetting) balanserer med tilgang, slik at deponering over vinter unngås.
- Planlegging slik at konstant kvalitet oppnås

Utføre livssyklusanalyser

Ideell gjenbruk er 100%.

Byggherre må ta ansvar også for gjenbruk

Vegutformingens betydning for bæreevne og skadeutvikling nær vegkant

Stud. techn. Magnus Weydahl

Kristiansund, 6. juni 2011



RISIKO: - Hvis veier er for smale til at vi kan sette opp midtdelere, kan vi jo ikke gjøre det, sier Opplysningsrådet for Veitrafikk. Foto: Truls Tunmo

Norske veier for smale

Midtskille kan være farlig hvis det ikke er plass til det.

[Skriv ut](#) [Tips en venn](#) [Motta nyheter på e-post](#) [Tips redaksjonen](#) [Facebook](#) [Twitter](#)

Av Julie R. Andersen Publisert: 09.07.2009 kl. 16:13

En ambulansesjåfør måtte kjøre nesten fire kilometer i motgående kjørebane. Det skjedde på E18 i Bamble 7. juli, skriver [Dagbladet](#).

Veien det er snakk om er smal, og den er helt uten veiskulder. Likevel er det satt opp midtskille.

Les også:

- [Dødsveien RV3: - En skam](#)
- [Bruker mindre på vei](#)
- [- Storstilt veisatsing haster](#)
- [Pengesløsning i vei-Norge](#)

Aftenposten, 19.05.2011:



En stortingsdebatt fra 1996 kan forklare dagens nivå på veistandarden. (Målene på tegningen er ikke reelle.) ILLUSTRASJON: TERJE TØNNESEN

Slik kranglet politikerne seg frem til dårligere veier

Etter behandlingen i Stortinget ble europaveien gjennom Østfold smalnet inn fra 8,5 til 7,5 meter. Veivesenet trodde ikke sine egne ører.

AV SVEINUNG BERG BENTZROD JOHN HULTGREN

Oppdatert: 19.05.11 kl. 11:26 Publisert: 19.05.11 kl. 07:45

Tweet 47 Recommend 2K

Del f t w Tips en venn Skriv ut Si din mening

Les også:

- Fire måneder gammel - ødelagt av telehiv

Det er mandag 10. juni 1996. I Nord-Irland innleder 93 delegater i Fredsforum forhandlingene om provinsens fremtid. Man venter på at IRA på ny erklærer våpenhvile, slik at Sinn Feins 17 medlemmer også kan delta.

På Stortinget står en sak av mindre verdensformat på kartet. Nærmere bestemt veistumpen mellom Melleby og Ørje i Østfold.

Med følgende replikk setter Solveig Torsvik (Ap), tidligere leder, nå sekretær for samferdselskomiteen på Stortinget, tonen for debatten:

TIPS TLF: 02286 SMS/MMS: 2286 2286@aftenposten.no

FAKTA: Trafikkmengde

Dette mente Stortinget var for lav trafikk:

E18 mellom Melleby og Ørje: Forventet årsdøgnsrafikk (ÅDT) ved Mysen, som er nærmeste målestasjon til Melleby, var 10000 kjøretøy i år 2002. Forventet ÅDT samme år ved Ørje var 3500. Reell ÅDT ved Ørje i 2002

Aftenposten, 14.07.2007:

Aftenposten.no Nyheter Innenriks

Bestill abonnement A-kortet

Aftenposten

Alt innhold Nyheter Sport Meninger Økonomi Kultur Oslopuls Arkivet Reise Mat og vin Jobb Bolig

Innenriks Verden Wikileaks Politikk Klima Oslo Fakta Viten Kongelige Helse Leve Siste 100



Denne traileren veltet på E6 ved Majavatn i Nordland lørdag formiddag. Nå varslersjåfører storaksjon for å få bedre veier. KURT HAUGLI

Traileroppør etter velt

Trailer kjørte i grøfta lørdag. Nå er sjåførene rasende på smale og svingete veier.

AV AMUND TRELLEVIK

Oppdatert: 14.07.07 kl. 19:36 Publisert: 14.07.07 kl. 19:16

Tweet

0

Recommend

Lørdag formiddag kjørte en norskregistrert trailer i grøfta ved Majavatn i Nordland.

Ingen ble alvorlig skadet i ulykken, men trailersjåfører raser nå mot det de mener er et livsfarlig arbeidssted.

Skal kjøre sakte

Nå har trailersjåførene fått nok. [NRK Nordland](#) melder i dag at sjåførene varslersjåfører en sakte-aksjon i morgen. – E6 er arbeidsplassen vår og styresmaktene gjør ingenting. Enkelte strekninger på E6 er verre enn andre, slik som veien mellom Majavatn og Trofors, sier sjåfør Trond Hundal til [NRK Nordland](#).

Politiet følger med

Politiet er imidlertid ikke like fornøyd med trailersjåførenes kjør søkte-planer, og tror dette vil fremprovosere farlige situasjoner. – Vi vet om at de har annonsert denne aksjonen, og vi følger med. Får vi inn tips fra trafikanter om at dette skjer, vil vi gripe inn. Jeg kan vel tippe at det vil komme noen klager i morgen, ja, sier operasjonsleder John Helge Vang ved Helgeland politidistrikt til Aftenposten.no.

Del



Tips en venn

Skriv ut

Si din mening

TIPS

TLF: 02286 SMS/MMS: 2286

2286@aftenposten.no

KART:



Kartdata ©2011 Google, Tele Atlas - Bruksvilkår

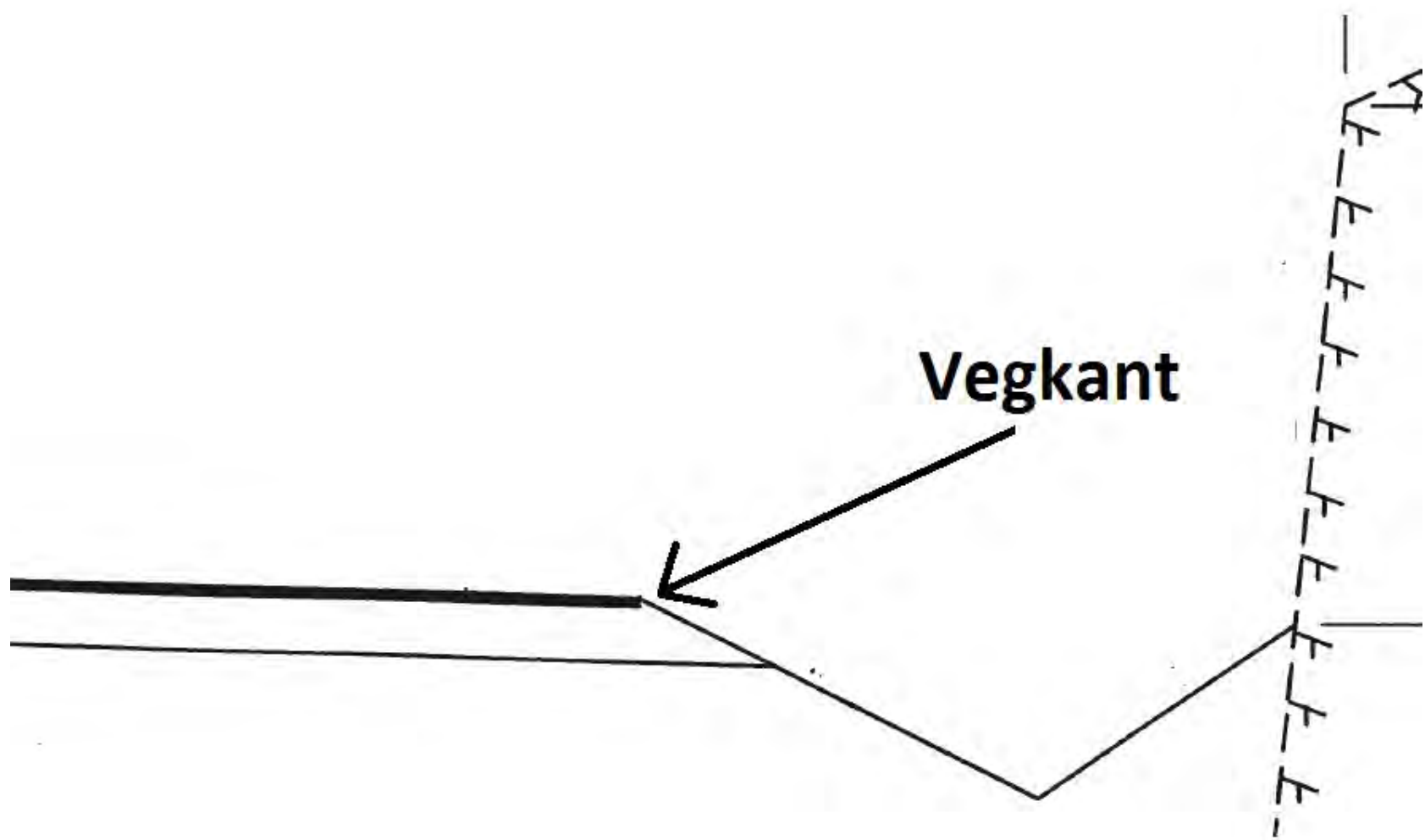
Problemstillinger

- **Hvilken innvirkning har vegbredden på bæreevnen i vegens tverrprofil?**
- **Er det noen sammenheng mellom skadeutvikling nær vegkant (kantskader) og vegutforming?**

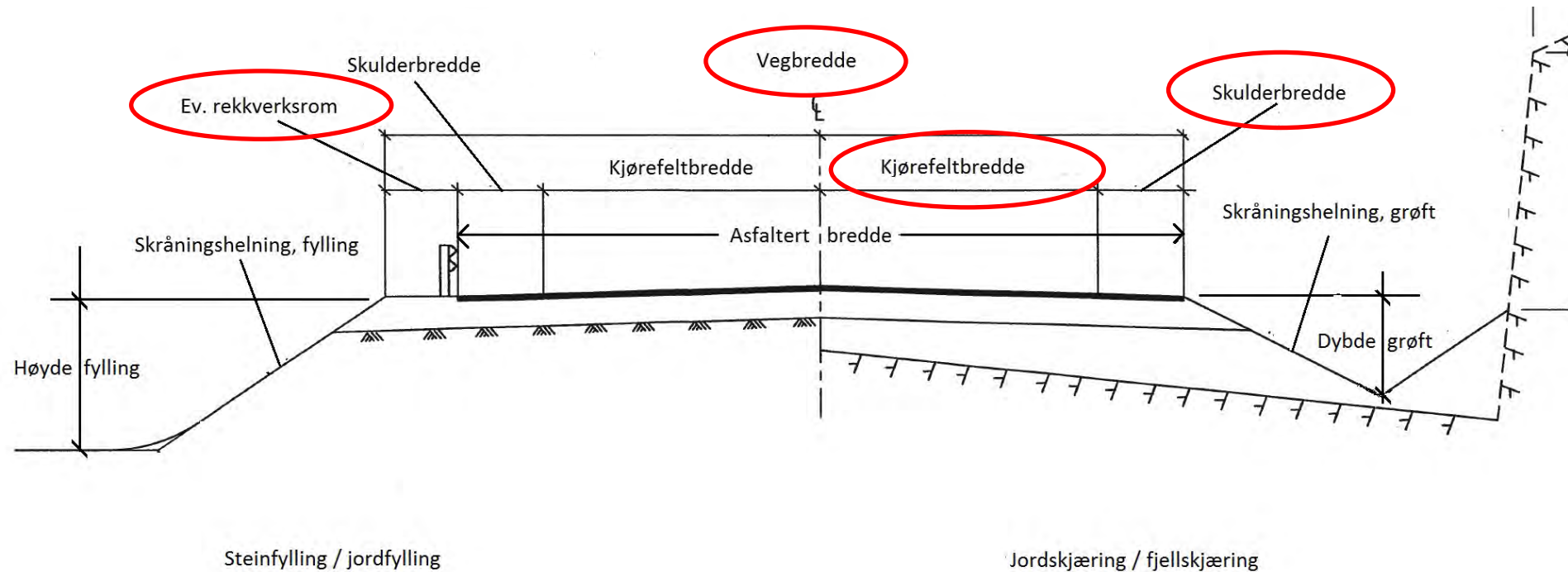
Metodeverktøy:

- Nedbøyningsmålinger med fallodd
- Visuell registrering (ViaPhoto)

Definisjoner



Vegutforming



Bæreevne

Den **største aksellast [tonn]** en veg kan ta over en tidsperiode (dimensjoneringsperioden) uten at **vegens tilstand**, ved normalt vedlikehold, faller under en **definert akseptabel grense**.

Dårlig bæreevne gir seg utslag i en dekkelevetid som er **lavere enn normert dekkelevetid**.

(Utdrag fra Statens vegvesens håndbok 018)

Kantskader 1: Kantsprekker



Kantskader 2: Krakelering i ytre spor

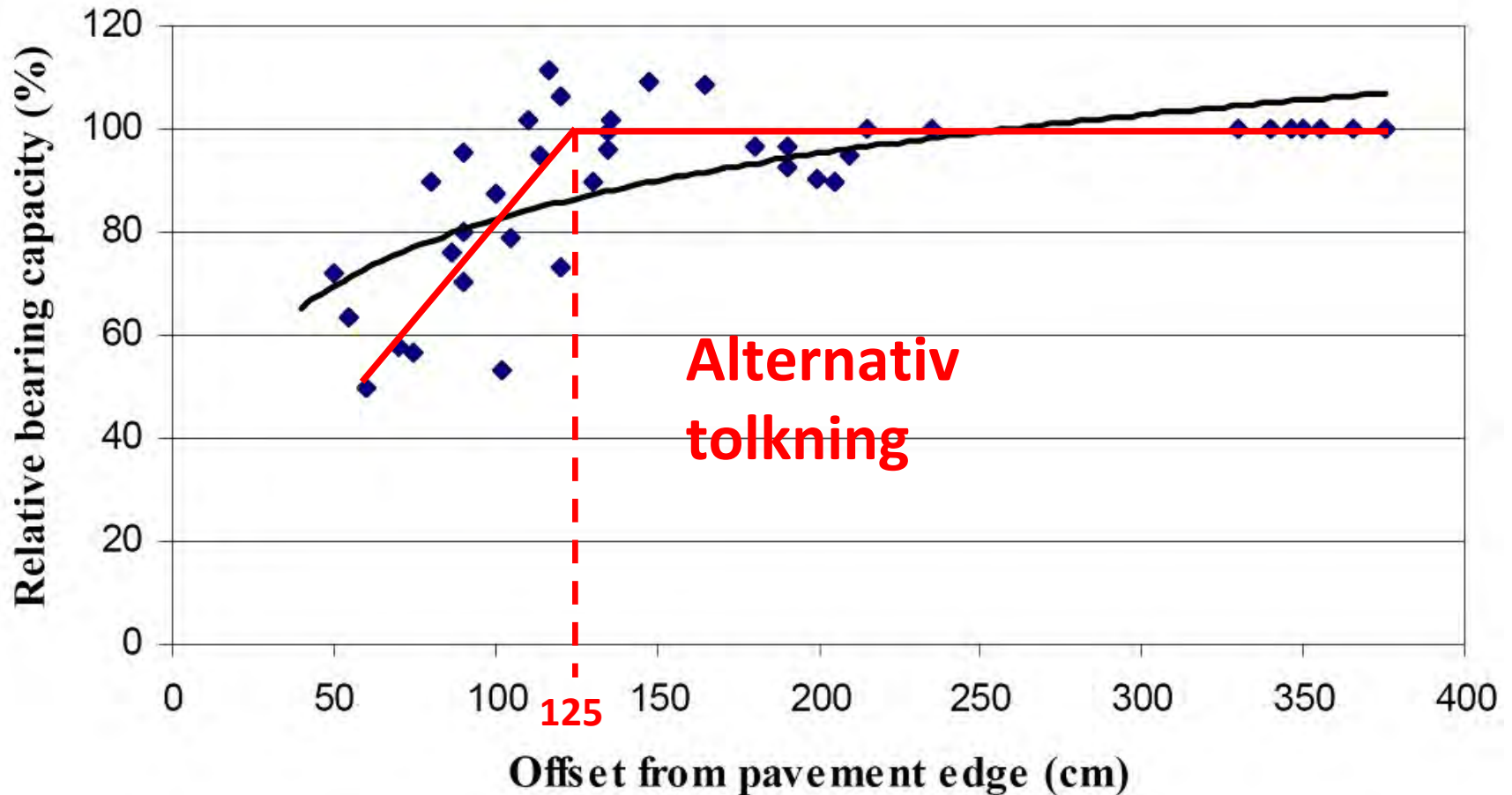


Eksisterende litteratur/data

Bæreevne (fallodd) målinger i Sør-Trøndelag

- Utført av Jostein Aksnes i en doktorgradsstudie.
- 8 strekninger: Lavtrafikkerte 2-feltsveger
 - Relativt tynt dekke
 - Vegfundament av granulære materialer
 - Asfaltert bredde mellom 5,0 og 7,0 meter
 - Uasfaltert del av skulder mellom 0,30 og 0,85 meter.
 - Skråningshelningen på fylling / grøft mellom 1:1,3 og 1:2,0.

Bæreevne i tverrprofil relativt til bæreevne i senterlinjen:



Konklusjoner fra litteraturen

- Bæreevnen og kantskadeutviklingen synes å være sterkt avhengig av vannmetning og innspenning.
- Lastens avstand fra vegkanten, som er avhengig av kjørebanebredden og særlig skulderbredden, er av stor betydning for kantskadeutviklingen.

Konklusjoner fra litteraturen forts.

- Flere feltmålinger indikerer en tydelig tendens til at bæreevnen minker betydelig ut mot vegkanten.
- Tydelig at vegkonstruksjonen er sterkere i senterlinje enn ved vegkant ut fra måling av permanente deformasjoner etter tungtrafikkpasseringer.

Falloddsmålinger



Fylkesvei 705 i Sør/Nord-Trøndelag

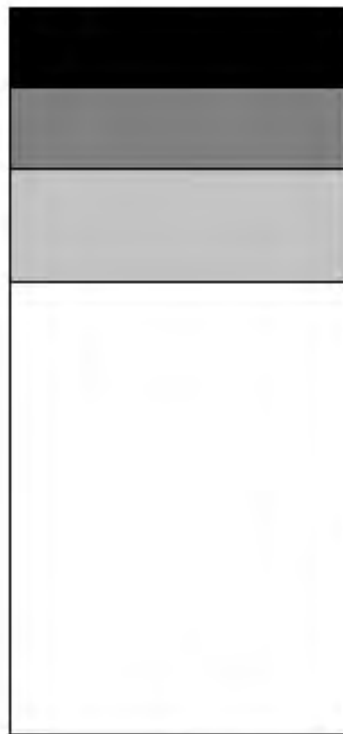
- **Strekning 1:** Bygget etter vegnormal (håndbøker)
 - Bygget 2001
 - $\text{ÅDT}_{\text{tunge}} = \text{Ca. } 60 \text{ kjt/døgn (7 \%)}$
- **Strekning 2:** «Oppgradert» eldre veg (veldig typisk for norske veger)
 - Ukjent oppbygging (også veldig typisk..)
 - $\text{ÅDT}_{\text{tunge}} = \text{Ca. } 400 \text{ kjt/døgn (10 \%)}$

Strekning 1

NORMALPROFIL



Strekning 1, overbygning



Dekke: Agb11, 3,5 cm

Øvre bærelag: Ag11, 3,5 cm

Nedre bærelag: Frest asfalt fra eksisterende veg, 5 cm

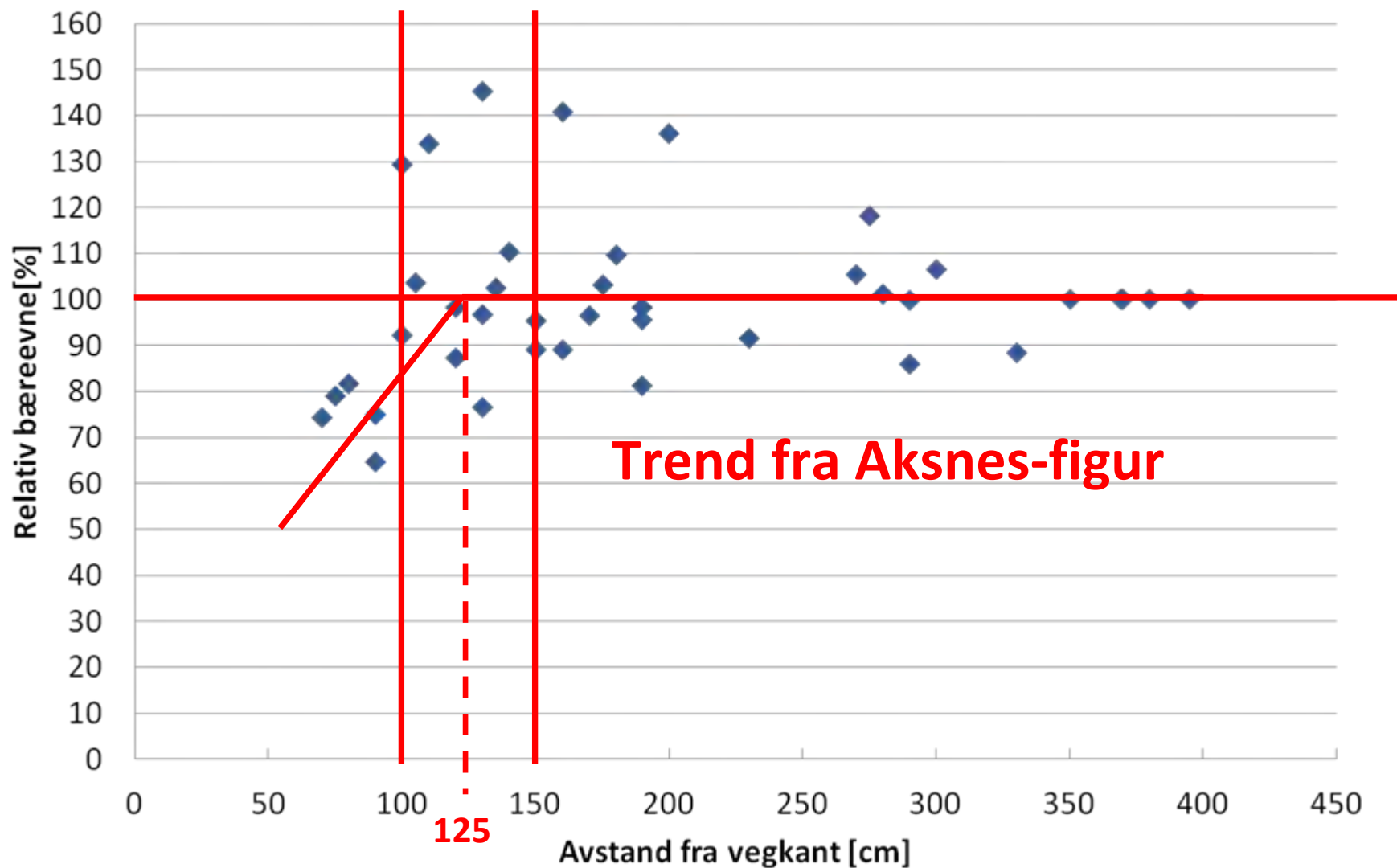
Forsterkningslag: Pukk 20-100 mm, 20 cm

Steinfylling (T2)

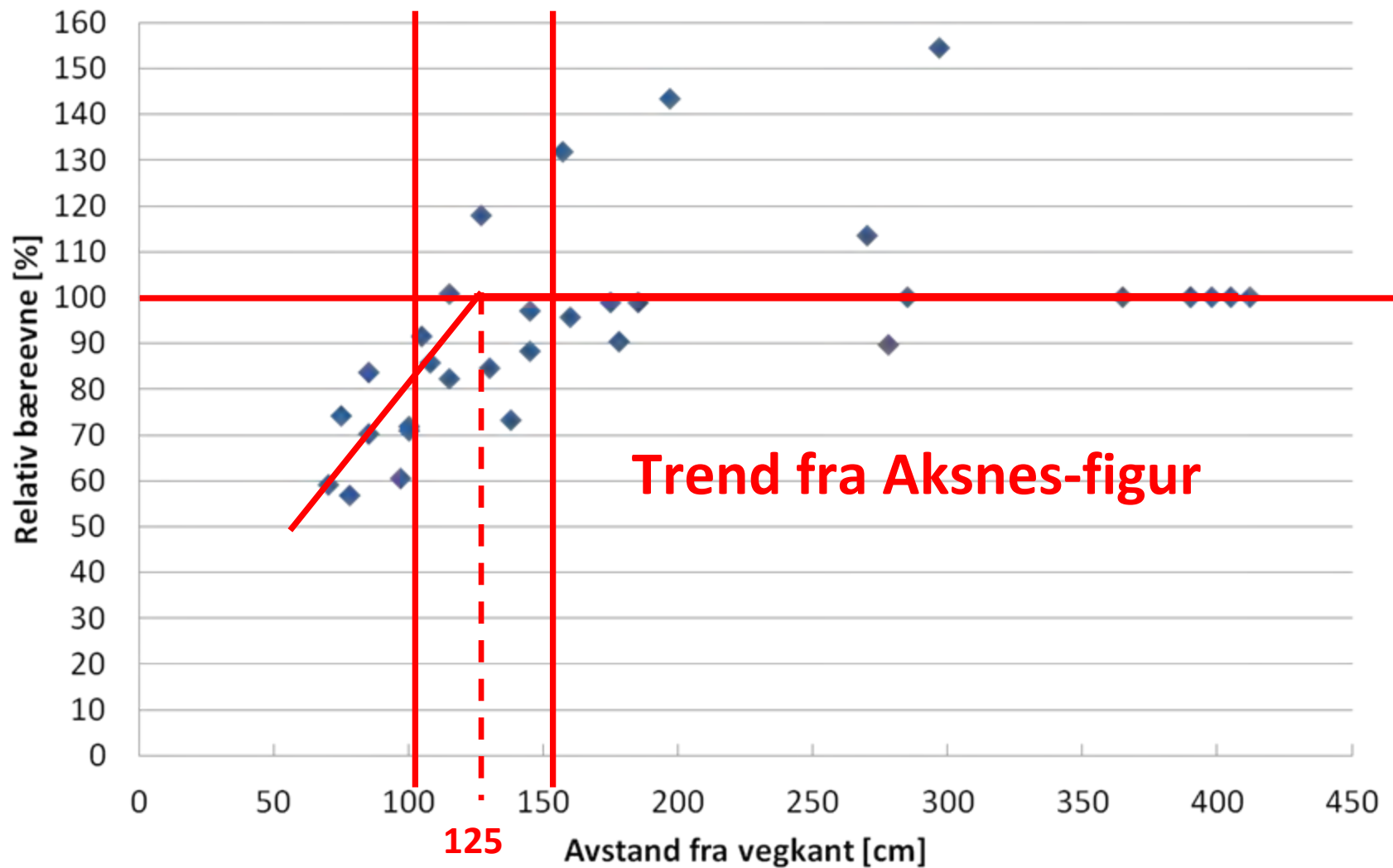
Falloddsmålinger forts.

- 7 tverrprofil på strekning 1, 7 på strekning 2
 - Asfaltert bredde mellom 6,0 og 7,0 meter
 - Uasfaltert del av skulder mellom 0,35 og 1,0 meter.
 - Skråningshelningen på fylling / grøft mellom 1:1,5 og 1:7,0.
- 6 målepunkt i hvert tverrprofil (fra senterlinje til kantlinje)

Relativ bæreevne, strekning 1



Relativ bæreevne, strekning 2



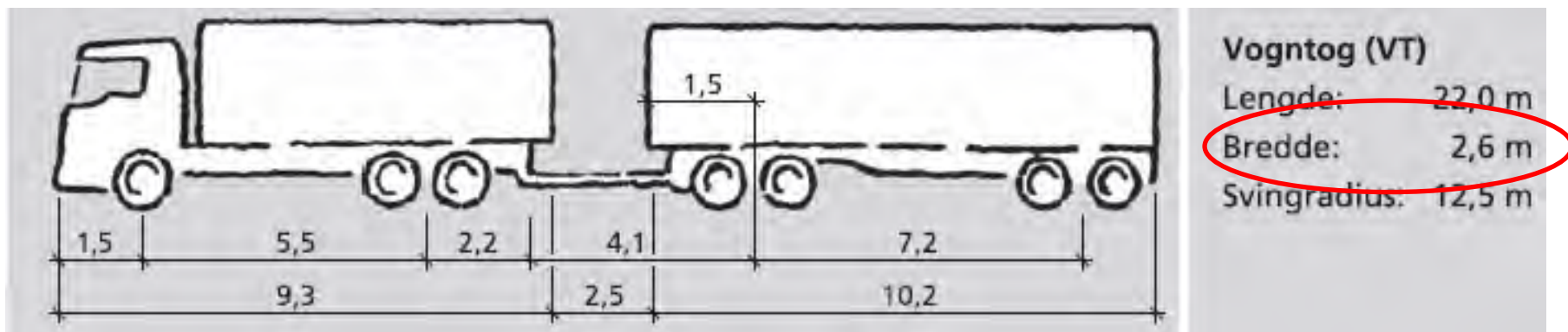
Dagens norske regelverk

		Stamveger ÅDT < 4000 S2	Andre hovedveger ÅDT 1500 - 4000 H2	Andre hovedveger ÅDT < 1500 H1
Vegbredde	Min	8,5 m	7,5 m	6,5 m
Kjørefeltbredde	Min	3,25 m	3,0 m	2,75 m
Skulderbredde	Min	1,0 m	0,75 m	0,5 m
Asfaltert bredde		Ingen krav *		

* «Vegskuldre asfalteres normalt i full bredde» (hb 018)

Gjelder 61 % av alle riks- og fylkesveger

Dimensjonerende bredde, stamveger og andre hovedveger:



- Bredde av kjørefelt, S2: 3,25 meter
-> **32,5 cm på hver side**
- Bredde av kjørefelt, H2: 3,0 meter
-> **20 cm på hver side**
- Bredde av kjørefelt, H1: 2,75 meter
-> **7,5 cm på hver side**

Hva har dette å si?

- **S2 (stamveg):** Belastning fra tunge kjøretøy **1,33 m** fra vegkant **eller nærmere**
- **H2:** Belastning fra tunge kjøretøy **0,95 m** fra vegkant **eller nærmere**
- **H1:** Belastning fra tunge kjøretøy **0,58 m** fra vegkant **eller nærmere**
- Falloddsmålinger viste: **Signifikant reduksjon av bæreevnen** i avstand **mindre enn 1,25 m** fra vegkant.

Eksempel:

E6 sør for Trondheim (stamveg Oslo-Trondheim)



Visuell registrering, strekning 1

Strekning 1

NORMALPROFIL (H1)



Bruk av ViaPhoto (bildeverktøy)

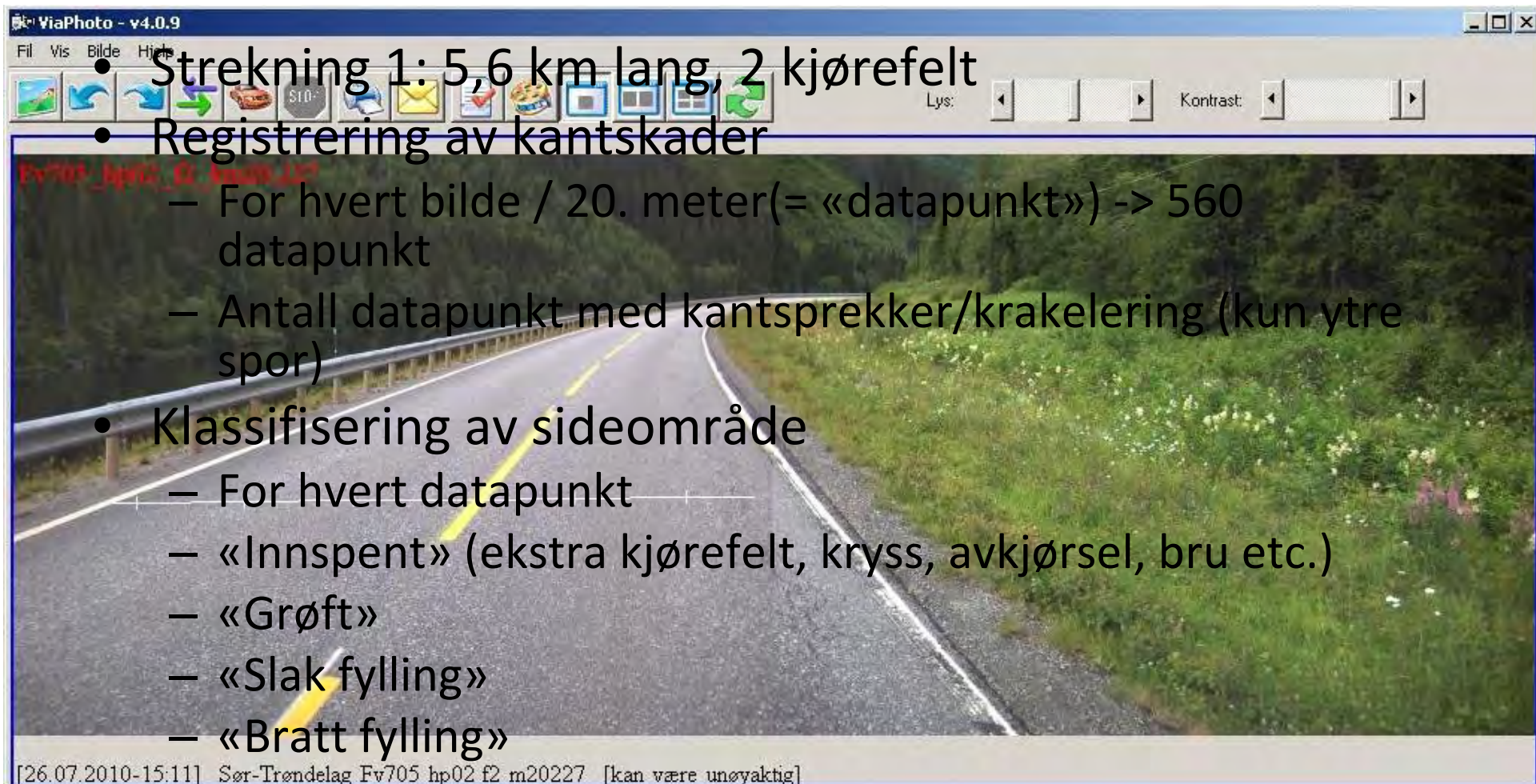
- Strekning 1: 5,6 km lang, 2 kjørefelt

- Registrering av kantskader

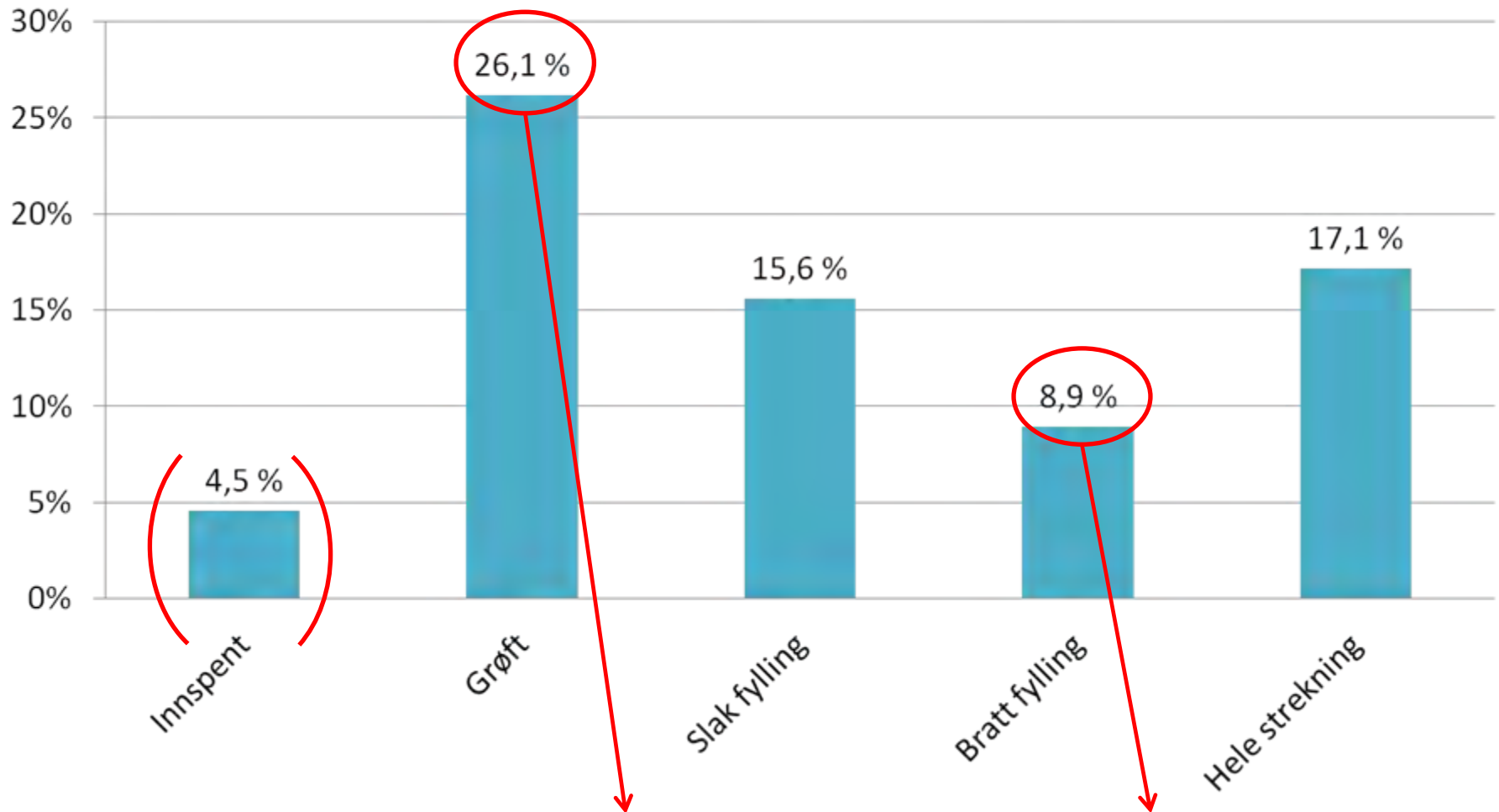
- For hvert bilde / 20. meter(= «datapunkt») -> 560 datapunkt
- Antall datapunkt med kantsprekker/krakelering (kun ytre spor)

- Klassifisering av sideområde

- For hvert datapunkt
- «Innspent» (ekstra kjørefelt, kryss, avkjørsel, bru etc.)
- «Grøft»
- «Slak fylling»
- «Bratt fylling»



Andel med kantskader



Mulige årsaker:

Dårlig drenering
og smal skulder

Rekkverk på bratt fylling
-> Økt skulderbredde

Konklusjoner

- **Falloddsmålinger:** Signifikant reduksjon av bæreevnen i avstand mindre enn 1,25 m fra vegkant.
- **Visuell registrering:** Drenering og skulderbredde (innspenning) synes å ha en innvirkning på skadeutvikling nær vegkant.
- **Dette bekreftes av eksisterende litteratur.**

**Må stilles spørsmål ved om det norske
regelverket tar tilstrekkelig hensyn til
vegutformingens betydning for bæreevne og
skadeutvikling!**

**Det er viktig at redusert bæreevne ut mot
vegkant blir tatt hensyn til ved innføring av
midtdeler og forsterket midtoppmerking
på eksisterende 2-feltsveger.**

Ønsker å få masteroppgaven tilsendt (PDF)?

Kontakt enten meg eller Jostein Aksnes:

magnus.weydahl@gmail.com

jostein.aksnes@vegvesen.no

Beräkning av spårdjup vid olika körfältsbredder

Introduktion

Smala körfält blir allt vanligare i takt med att fler vägar byggs eller byggs om till 2+1-väg eller 2+2-väg. Denna utveckling motiveras ofta av den förbättrade trafiksäkerheten med vajerräcken kombinerat med hög framkomlighet genom flera körfält i samma riktning (Carlsson, 2009). Tyvärr har det visat sig att underhållskostnaderna för vägar med smala körfält är betydligt högre jämfört med motsvarande vägar med breda körfält. Betydelsen av detta problem belystes bland annat under NVF:s seminarium ”Smala körfält - en utmaning för belägningsbranschen” som hölls i januari 2011. Vid dimensionering av vägar uppnår man den samhällsekonomiskt mest lönsamma körfältsbredden genom att väga de trafiksäkerhetsmässiga och de vägbyggnadstekniska kostnaderna mot varandra enligt Figur 1. De dimensioneringsmetoder som används i Sverige beaktar normalt inte trafikens sidofördelning. Inom vår bransch finns därför ett behov av att utveckla verktyg för att beräkna de vägbyggnadstekniska kostnaderna vid olika körfältsbredder.



Figur 1. Avvägning mellan trafiksäkerhetsmässiga och vägbyggnadstekniska kostnader.

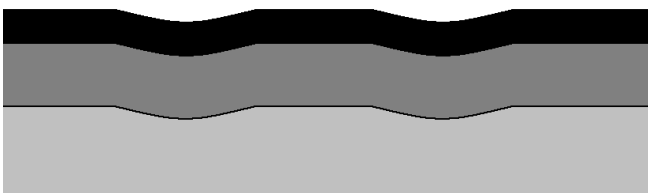
Den vägbyggnadstekniska kostnaden kan relateras till vägens tekniska livslängd eller underhållsintervall. När vägens nedbrytning har nått ett förutbestämt stadium anses vägen kräva någon form av åtgärd. Livslängden hos en väg med smala körfält begränsas framförallt av spårbildning som utgörs av slitage på vägytan samt permanenta deformationer i asfaltbeläggning och obundna lager enligt Figur 2, Figur 3 och Figur 4. Om vägen är byggd för en stor mängd tung trafik byggs de asfaltbundna lagren relativt tjocka, vilket sprider ut lasterna och begränsar permanenta deformationer i obundna lager. Större delen av spårdjupen orsakas därmed av slitage och permanenta deformationer i asfaltbeläggnings. Slitaget bidrar till spårdjupet som funktion av körfältsbredden, uttryckt som en spårprofil, kan beräknas genom VTI:s slitagemodell. Däremot används inga liknande modeller för permanenta deformationer i asfaltbeläggning i Sverige. Syftet med denna presentation är att tillhandahålla ett lättanvänt verktyg för beräkning av livslängd som funktion av körfältsbredden baserat på en modell för permanenta deformationer i asfaltbeläggningar.



Figur 2. Slitage på vägytan.



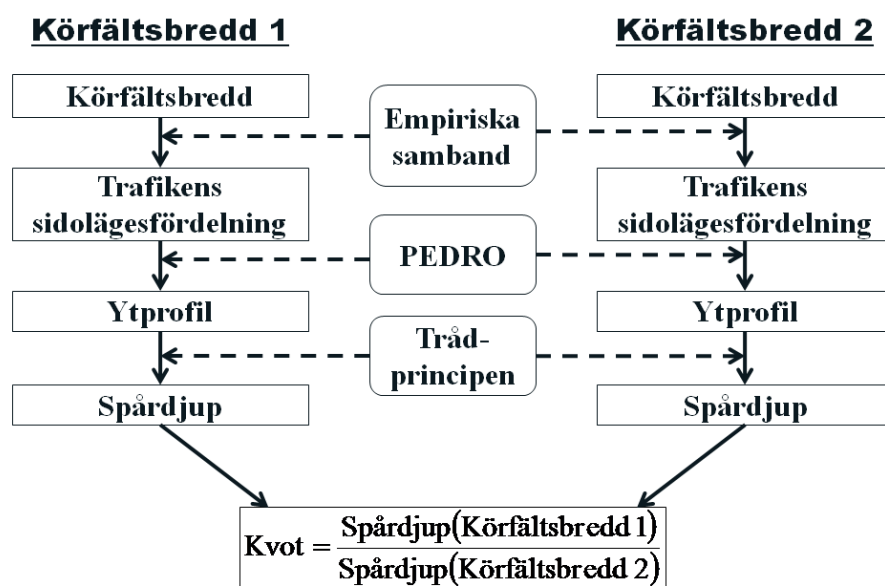
Figur 3. Permanenta deformationer i asfaltbeläggning.



Figur 4. Permanenta deformationer i obundna lager.

Metod

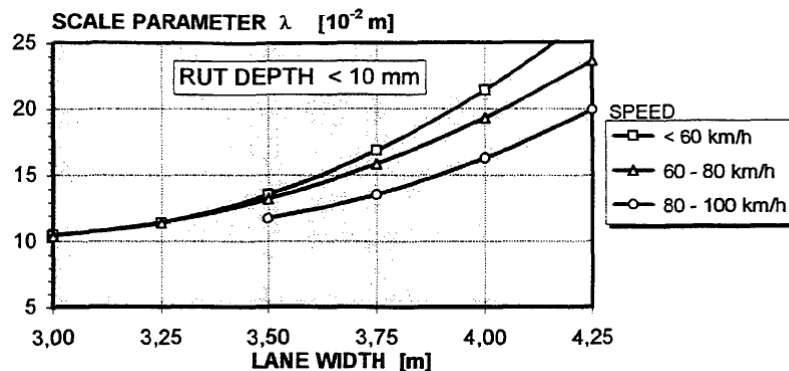
Körfältsbreddens betydelse för spårbildning kan beräknas genom att kombinera empiriska mätningar med en analytisk modell för permanenta deformationer enligt Figur 5. Först används empiriska resultat som beskriver sambandet mellan körfältsbredd och trafikens sidolägesfördelning. Därefter används den viskoelastiska deformationsmodellen PEDRO (Permanent Deformation of asphalt concrete layer for ROads) för att bestämma sambandet mellan trafikens sidolägesfördelning och spårdjupsprofilen. Spårdjupet tolkas därefter från profilen genom trådprincipen. Genom dessa steg kan körfältsbredden relateras till spårdjupstillväxten, och olika alternativ kan utvärderas.



Figur 5. Översikt över beräkning av spårdjup vid olika körfältsbredder.

Trafikens sidolägesfördelning som funktion av körfältsbredd

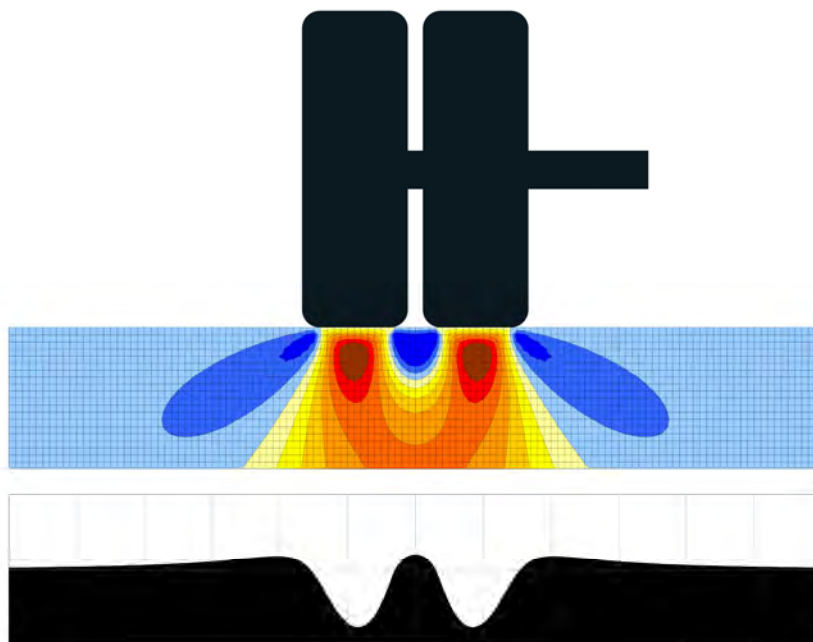
Trafikens sidolägesfördelning har tidigare studerats av bland andra Blab och Litzka (1995) och Buitter et al. (1989). Den viktigaste faktorn för trafikens sidolägesfördelning är körfältsbredden men även hastigheten och spårjupet har viss betydelse enligt Blab och Litzkas (1995) empiriska resultat i Figur 6. Skalparametern λ gäller för en Laplacefördelning men även normalfördelningar är vanliga vid modellering av sidolägesfördelning. För att förenkla analysen antas till vidare att enbart körfältsbredd påverkar sidolägesfördelningen. Det finns ett visst behov av nya mätningar på det nordiska vägnätet.



Figur 6. Samband mellan trafikens sidolägesfördelning, körfältsbredd och hastighet för en vägsektion med måttligt spårjup (Blab och Litzka, 1995).

Permanent deformation som funktion av trafikens sidolägesfördelning

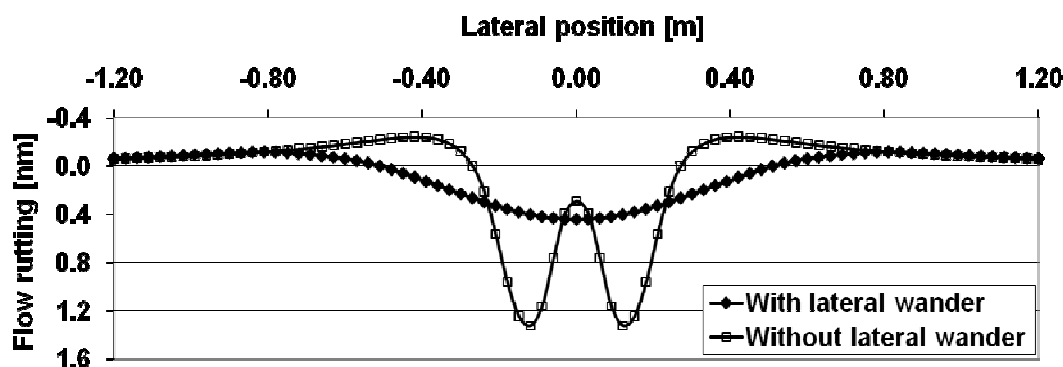
Den analytiska modellen PEDRO är en viskoelastisk modell för beräkning av permanent deformation i asfaltbeläggningar. Utvecklingen har delvis skett inom ett doktorandprojekt (Oscarsson, 2011) i samarbete med Safwat Said på VTI. Modellen visar hur däckens belastningar medför en permanent töjningsfördelning i asfaltbeläggningen. Effekten blir att materialet trycks ned under däckets och förflyttas i sidled innan det trycks upp och bildar valkar vid sidorna, vilket visas i Figur 7. När trafiken fördelas i sidled minskar tillväxttakten både genom att spåren belastas mindre frekvent och att valkarna trycks tillbaka. Modellen kan därför användas för att beräkna effekten av sidolägesförskjutning. Jämförelse mellan fall med olika sidolägesförskjutning förenklas väsentligt genom att materialegenskaperna inte måste bestämmas.



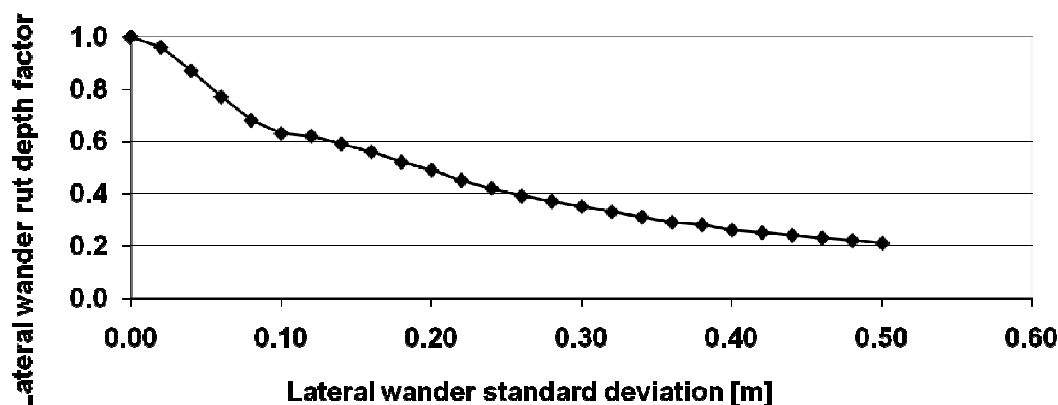
Figur 7. Vertikal töjningsfördelning och resulterande permanent deformation orsakad av två parmonterade däck (Oscarsson, 2011).

Tolkning av ytprofil

Tolkning av ytprofilen görs enligt trådprincipen, som definierar spårdjupet som det maximala vertikala avståndet mellan en uppspänd tråd och spårets botten. I praktiken innebär det att spårets djup och valkens höjd adderas. Ytprofilen som bildas med och utan en normalfördelad sidolägesfördelning med 290 mm standardavvikelse visas i Figur 8. I detta exempel resulterade sidolägesfördelningen i att spårdjupet minskade från $1,32 + 0,24 = 1,56$ mm till $0,44 + 0,12 = 0,56$ mm. En normalfördelad sidolägesfördelning med 290 mm standardavvikelse orsakar alltså enbart 36 % av spårdjupet jämfört med utan sidolägesfördelning. Denna faktor, här kallad spårdjupsfaktorn, kan modelleras vid godtycklig standardavvikelse, vilket visas i Figur 9.



Figur 8. Exempel på ytprofil med och utan sidofördelning normalfördelad med 290 mm standardavvikelse (Oscarsson, 2011).



Figur 9. Spårdjupsfaktorn som funktion av sidolägesfördelningens standardavvikelse.

Resultat

De verktyg som har visats kan användas för att beskriva hur spårdjupet påverkas av olika sidolägesfördelningar. Om man exempelvis jämför körfältsbredden 3,5 m mot 3 m kan man utläsa ur Figur 6 att det innebär en sidolägesfördelning med parametrarna $\lambda = 130$ mm och $\lambda = 100$ mm enligt Laplacefördelningen, vilket motsvarar $\sigma = 180$ mm och $\sigma = 140$ mm enligt normalfördelningen. Spårdjupsfaktorn mellan dessa fördelningar är 52 % respektive 59 %. Om vägens nedbrytning kan anses domineras av spårdjup från permanenta deformationer i asfaltlager kommer vägens livslängd med avseende på spårdjup därmed att vara 13 % ($(59 \% - 52 \%) / 52 \%$) kortare med 3 m körbredd jämfört med 3,5 m. Denna metodik kan även med fördel kompletteras med VTI:s slitagemodell. På detta sätt kan den vägbyggnadstekniska kostnaden för olika körfältsbredd beräknas för att ställas i relation till den trafiksäkerhetsmässiga kostnaden i syfte att utföra det samhällsekonomiskt mest fördelaktiga valet.

Referenser

Blab, R. och Litzka J. (1995). Measurements of the Lateral Distribution of Heavy Vehicles and its Effects on the Design of Road Pavements. Proceedings of the International Symposium on Heavy Vehicle Weights and Dimensions, Road Transport Technology, University of Michigan, pp. 389-395.

Buiter, R., W.M.H. Cortenraad, A.C. Van Eck och H. Van Rij (1989). Effects of Transverse Distribution of Heavy Vehicles on Thickness Design of Full-Depth Asphalt Pavements. Transportation Research Record No. 1227, Transportation Research Board, Washington D.C., pp. 66 – 74.

Oscarsson, E. (2011). Mechanistic-Empirical modeling of permanent deformation in asphalt concrete layers. Institutionen för Teknik och samhälle, Trafik och väg, Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet, Bulletin 259.

Carlsson A. (2009). Uppföljning av mötesfria vägar, Slutrapport. Rapport 636, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)

Beräkning av spårdjup vid olika körfältsbredder

Erik Oscarsson
Skanska Sverige AB

NFV, Kristiansund
2011-06-06



Avvägning mellan trafiksäkerhetsmässiga och vägbyggnadstekniska kostnader



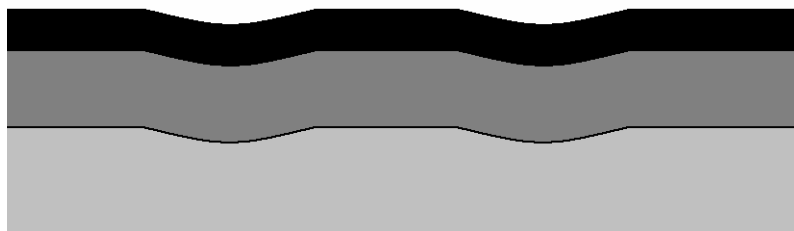
Orsaker till spårbildning



} Slitage på vägytan

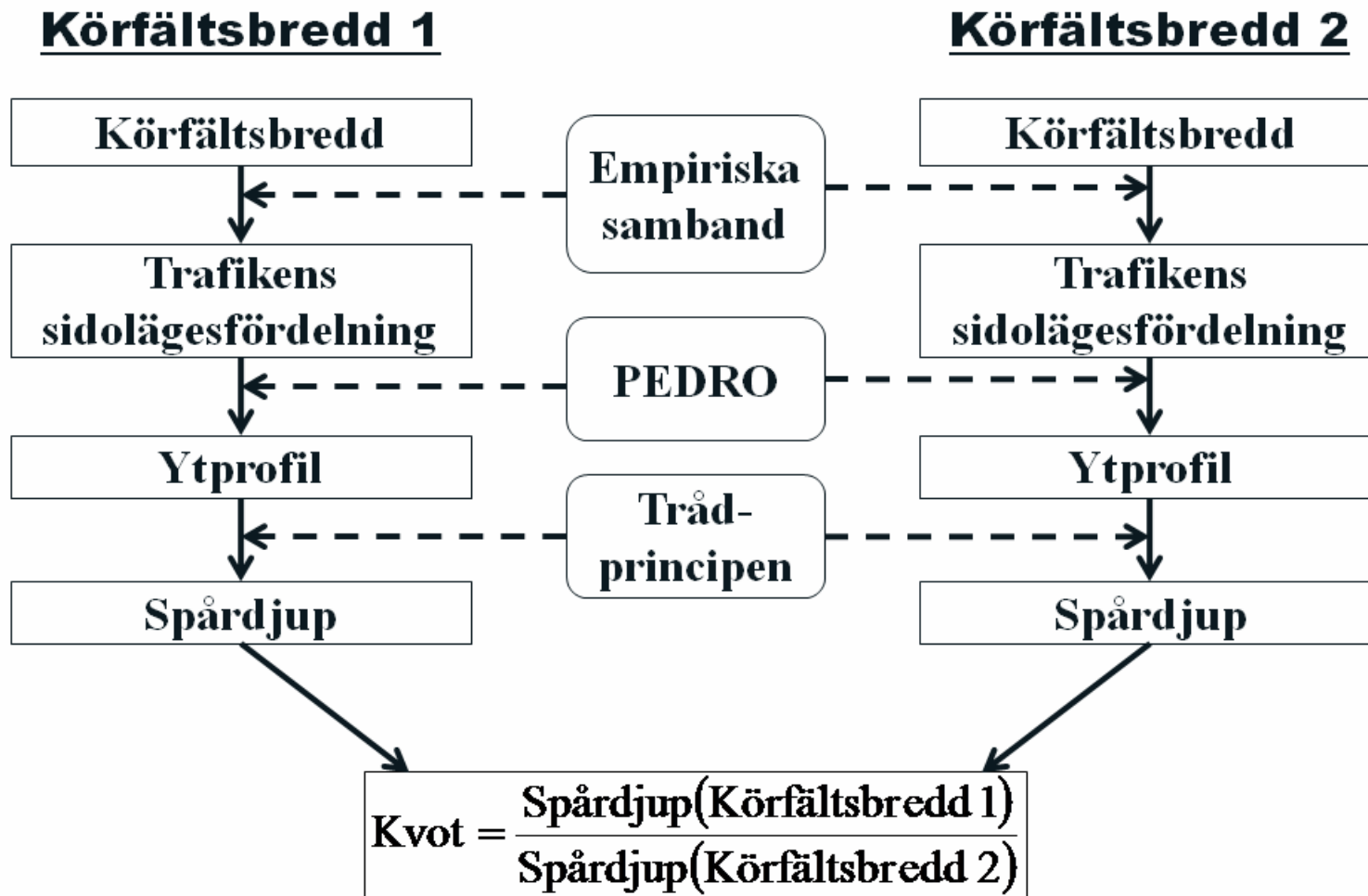


} Permanenta deformationer
i asfaltbeläggning

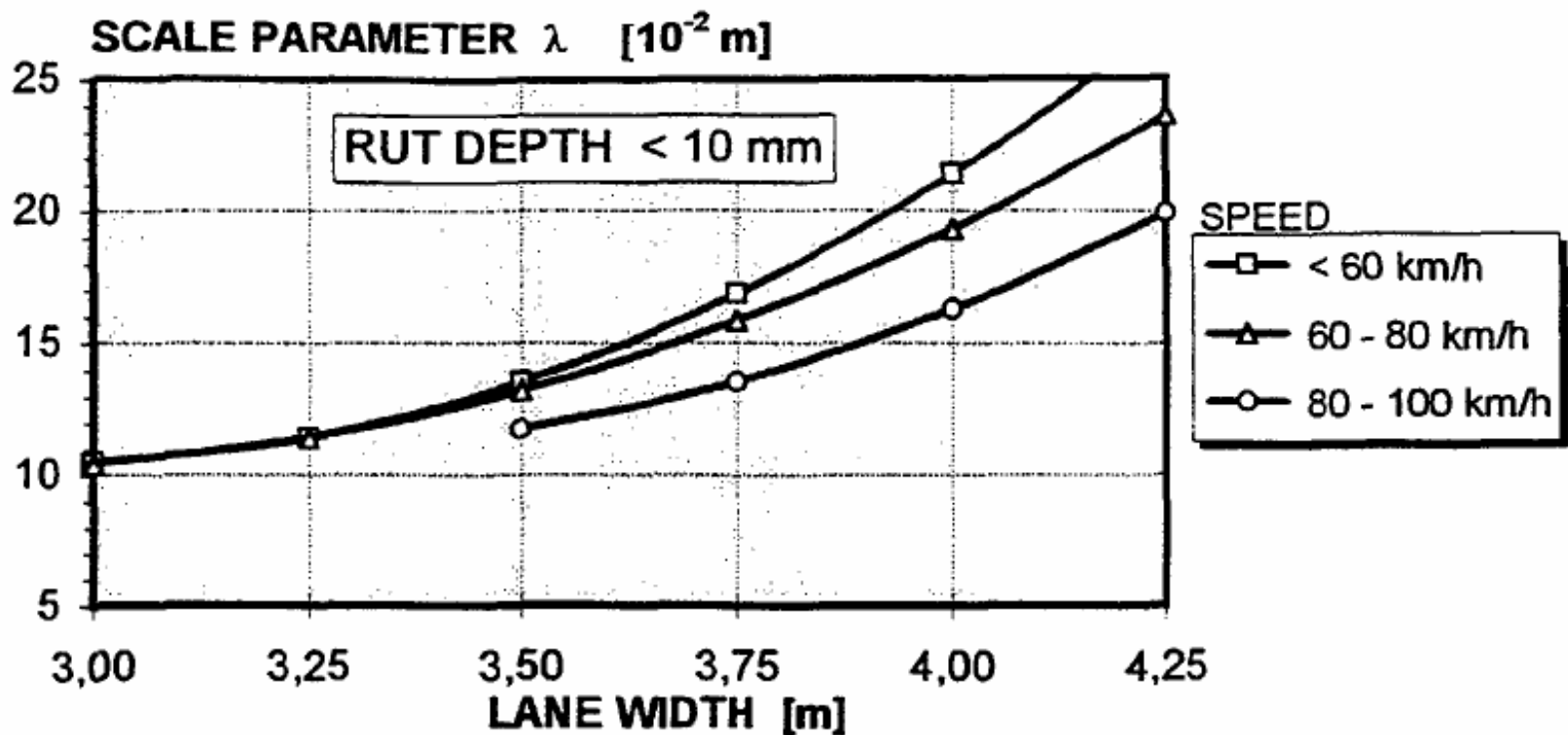


} Permanenta deformationer
i obundna lager

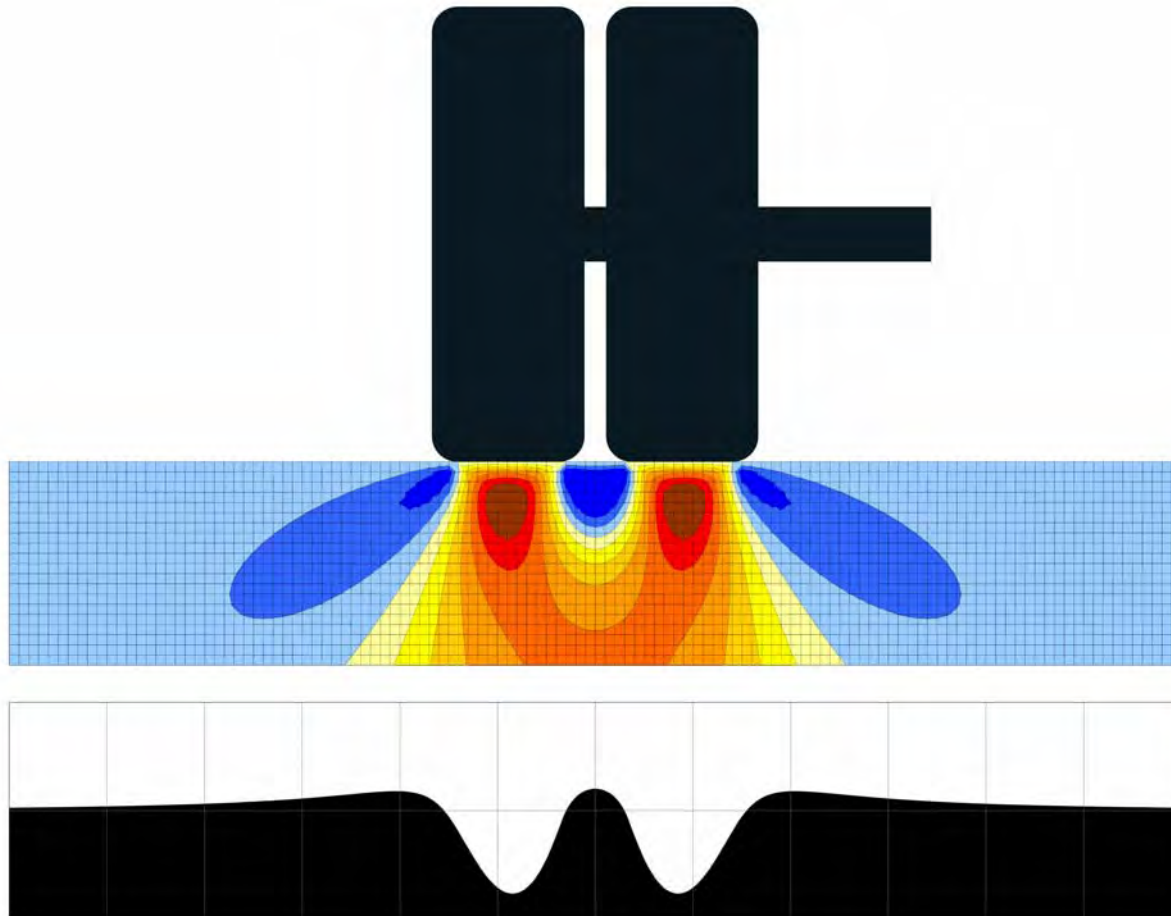
Metodöversikt



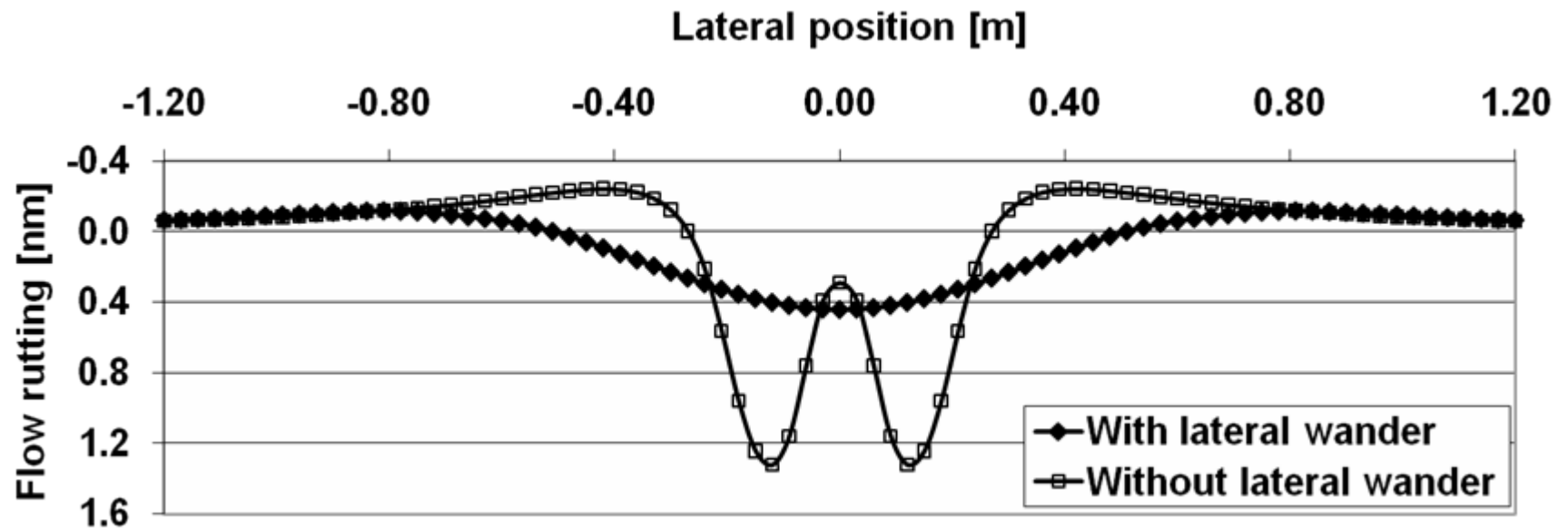
Trafikens sidolägesfördelning som funktion av körfältsbredd (Blab och Litzka, 1995)



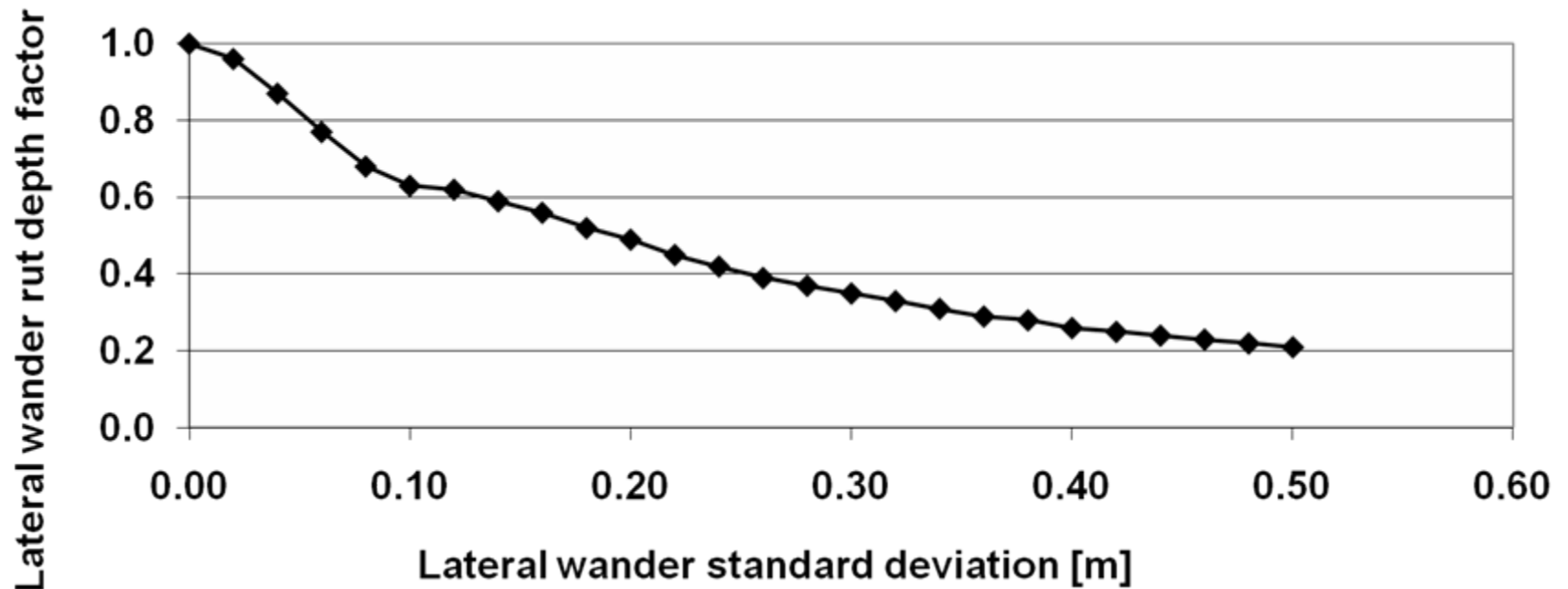
Permanent deformation som funktion av trafikens sidolägesfördelning (PEDRO)



Tolkning av ytprofil



Generalisering av spårdjupsfaktor



Praktisk jämförelse mellan två körfältsbredder

Körfältsbredd [m]	3,5	3,0
Sidolägesfördelning λ [mm]	130	100
Sidolägesfördelning σ [mm]	180	140
Spårdjupsfaktor	52 %	59 %

Resultat:

Spårdjupstillväxten är 13 % $((59 \% - 52 \%) / 52 \%)$ snabbare vid en körfältsbredd på 3,0 m jämfört med 3,5 m.

Tack för att ni har lyssnat!



Øster Søgade - midt i anden livscyklus

Lykke Møller Iversen, ingeniør

Danmark, Vejdirektoratet, Vejteknisk institut, Forskning, udvikling og demonstration, Vejstøj



Øster Søgade

- midt i anden livscyklus

Agenda

- Eksperimentet
- Første livscyklus
- Udskiftning af toplaget
- Anden livscyklus
- Konklusion

Øster Søgade - Eksperimentet

Trafikministeriet og miljøstyrelsen igangsatte i 1998 et projekt om udvikling og afprøvning af støjdæmpende vejbelægninger.

Formål:

- Der var behov for omkostningseffektive virkemidler til at reducere vejstøj i byområder.
- Udvikle og optimere støjreducerende tolags drænasfalt og udføre fuldskala forsøg på bygader.

Øster Søgade - Eksperimentet

De 5 hypoteser:

- Ny 2-lags drænasfalt har en høj støjreduktions kapacitet på bygader i sammenligning med en tæt belægning.
- To-lags drænasfalt med den mindste stenstørrelse i det øverste lag har den bedste støjreducerende effekt.
- Den tykkeste 2-lags drænasfalt har den bedste støjreduktion.
- Ved 2 gange årligt at højtryksrense belægningerne vil porøsiteten og den høje akustiske absorption blive vedligeholdt.
- Levetiden for 2-lags porøse belægninger er den samme som for en almindelig tæt belægning på bygader.

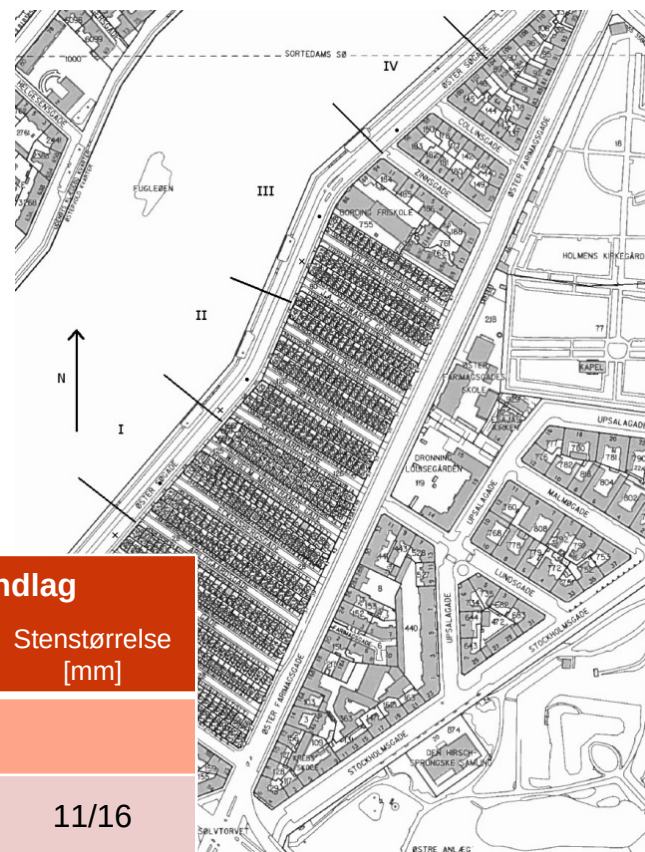
Øster Søgade - Eksperimentet

De 4 teststrækninger

Hastighedsbegrænsning 50km/t

Ensartet køremønster

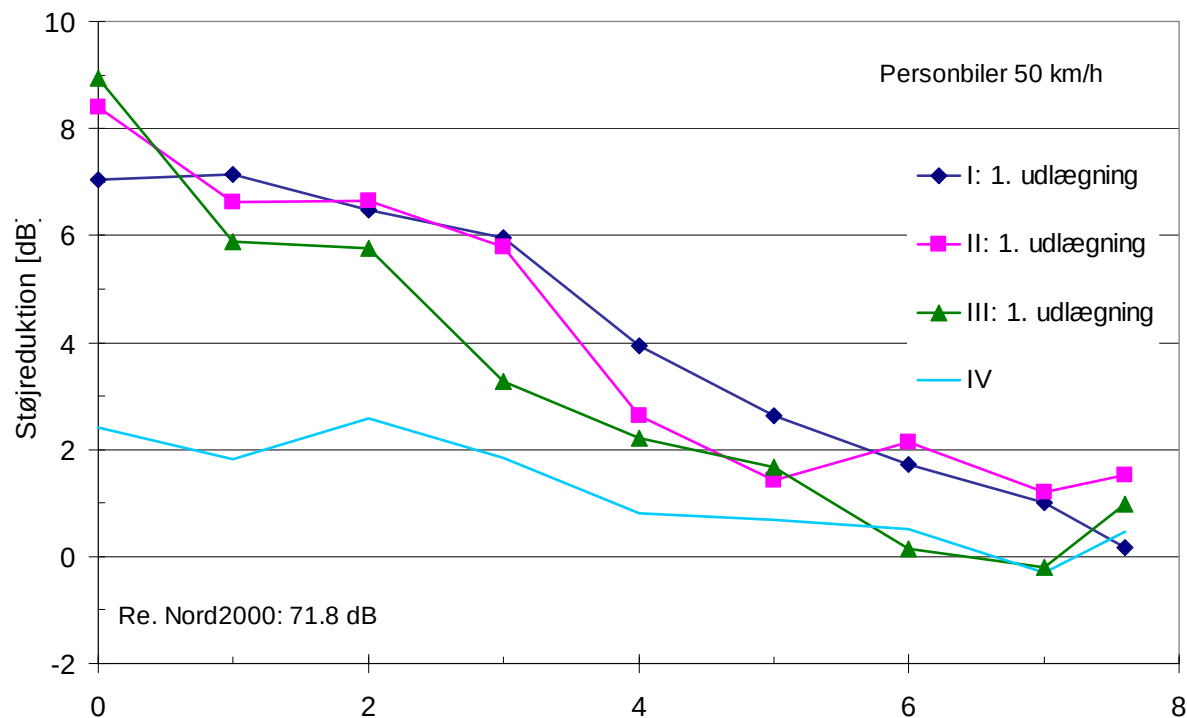
6000-8000 køretøjer pr. døgn



Sektions navn	Asfalt type	Total tykkelse	Toplag		Bundlag	
			Tykkelse [mm]	Stenstørrelse [mm]	Tykkelse [mm]	Stenstørrelse [mm]
1. Udlægning						
I (DA 8-70)	Porøs	70	25	5/8	45	11/16
II (DA 5-55)	Porøs	55	20	2/5	35	11/16
III (DA 5-90)	Porøs	90	25	2/5	65	16/22
IV (AB 8t (ref.))	Tæt	30	30	0/8	-	-

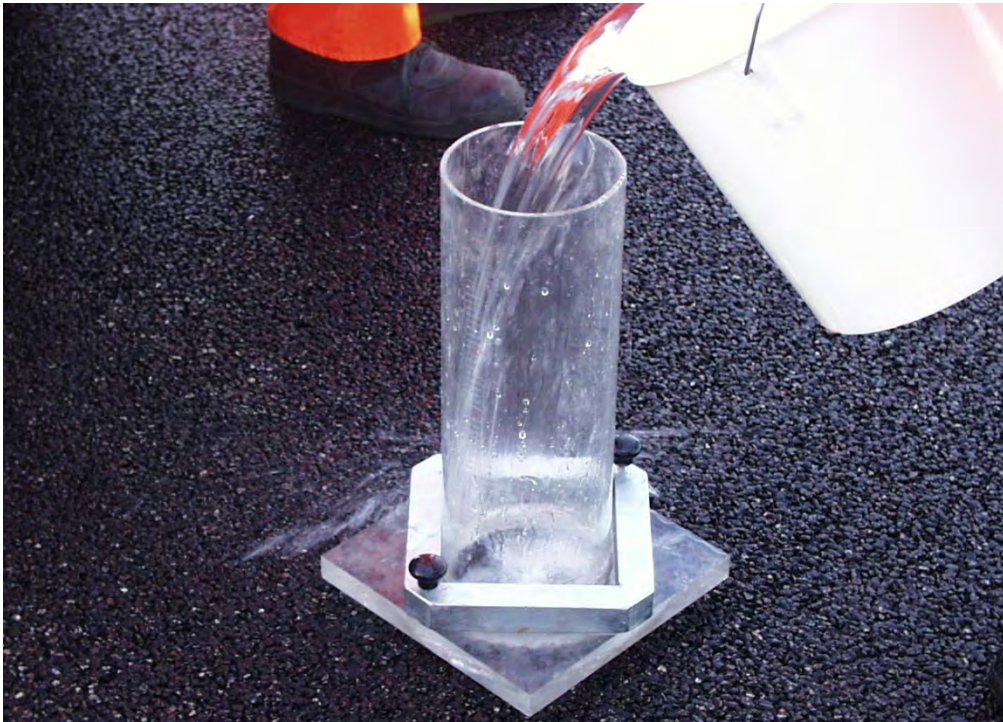
Øster Søgade – Første Livscyklus

Støjreduktions i forhold til referencen i Nord2000



Øster Søgade – Første Livscyklus

Permeabilitetsmålinger



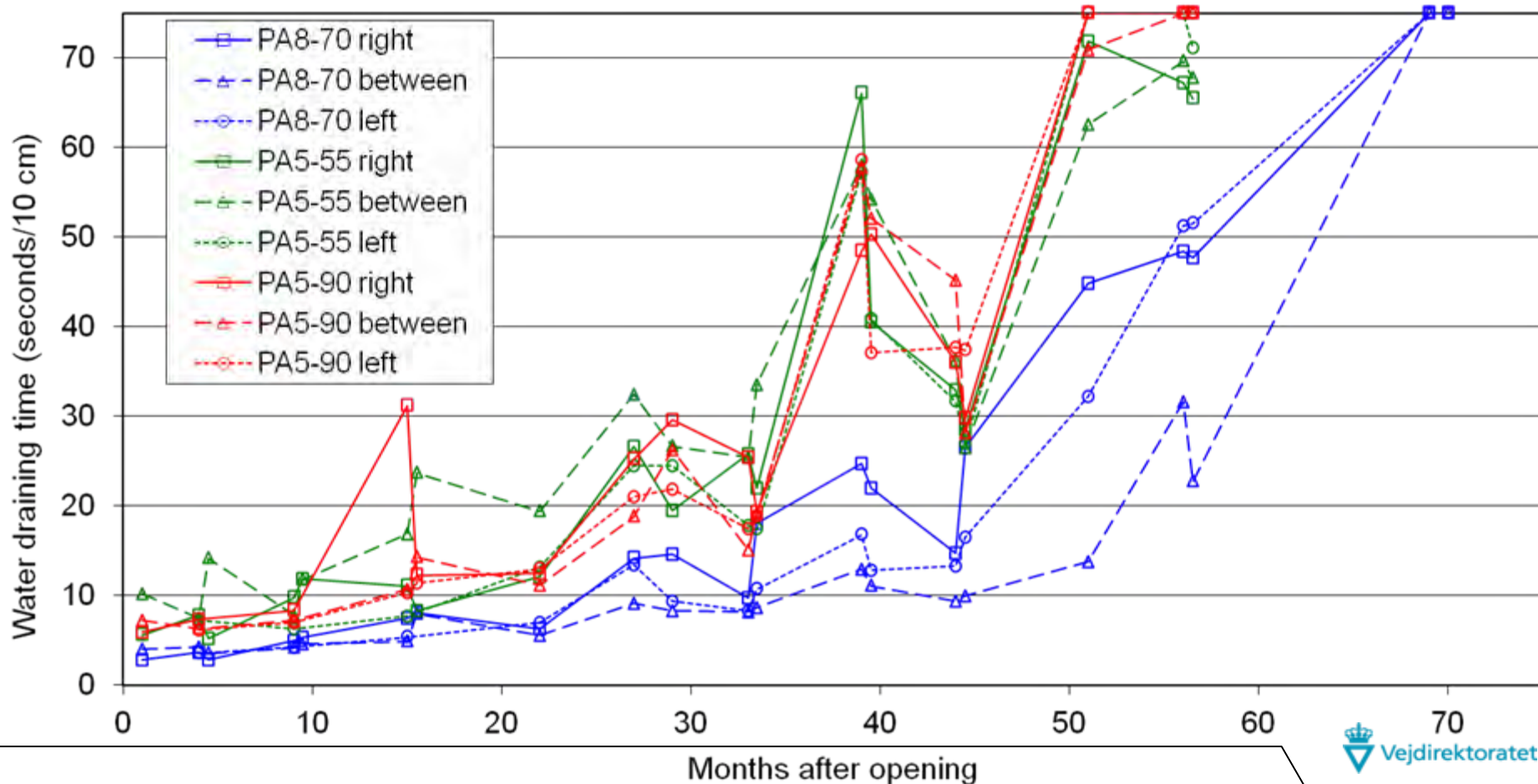
Dræn:
0-30 s/10cm

Kan renses:
30-50 s/10cm

Tilstoppet:
>50 s/10cm

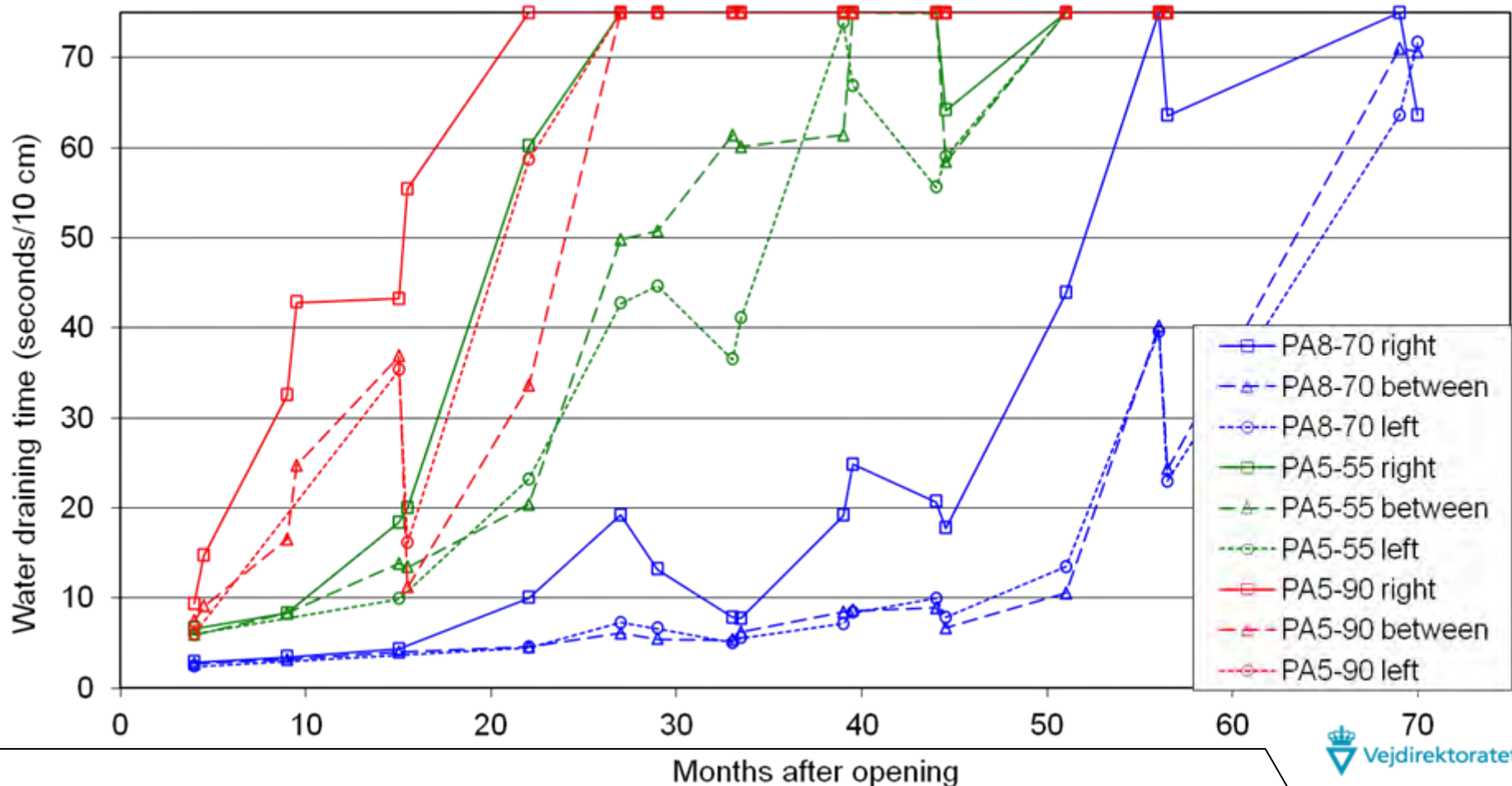
Øster Søgade - Første Livscyklus

Permeabilitetsmålinger - middelværdier nordgående



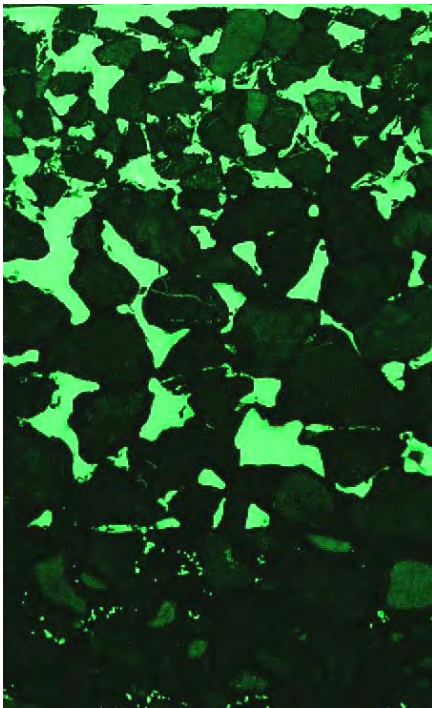
Øster Søgade - Første Livscyklus

Permeabilitetsmålinger - middelværdier sydgående

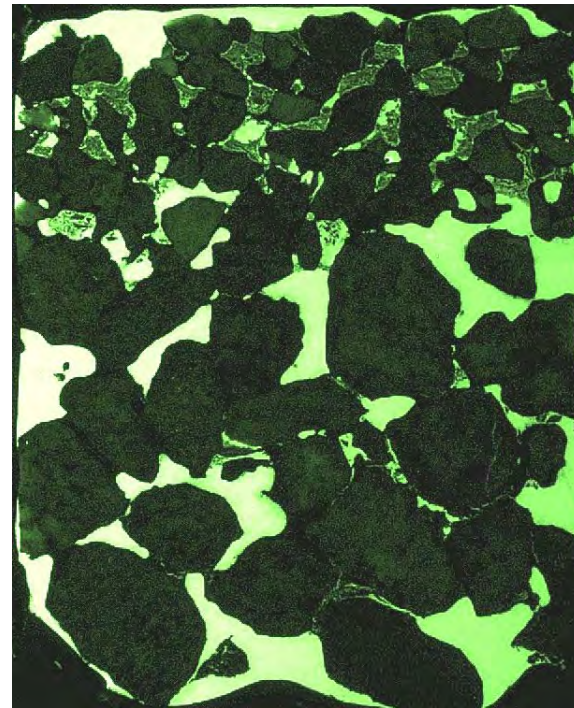


Øster Søgade – Første Livscyklus

- Planslib



Sektion I
1999



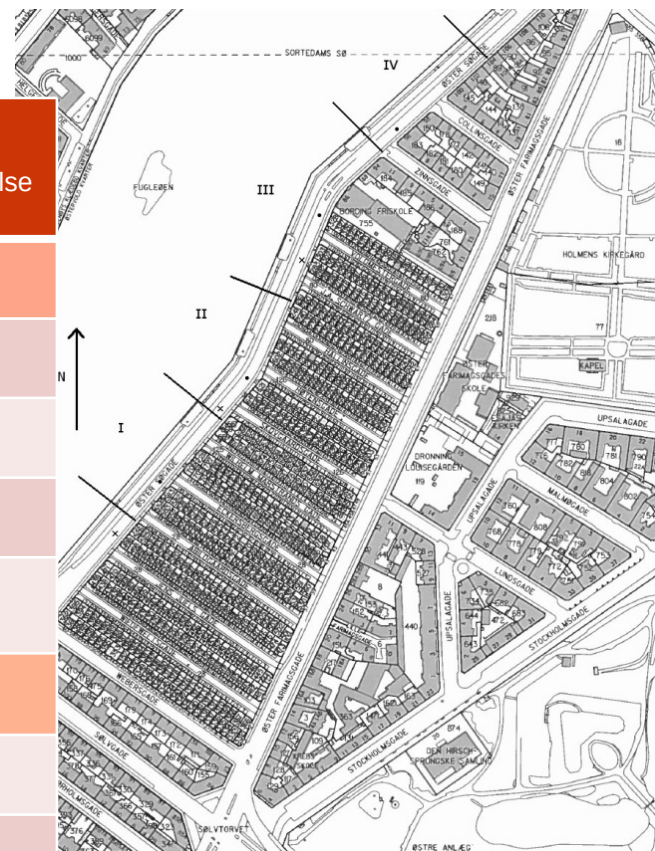
Sektion I
2003

Øster Søgade – Udskiftningen af toplaget



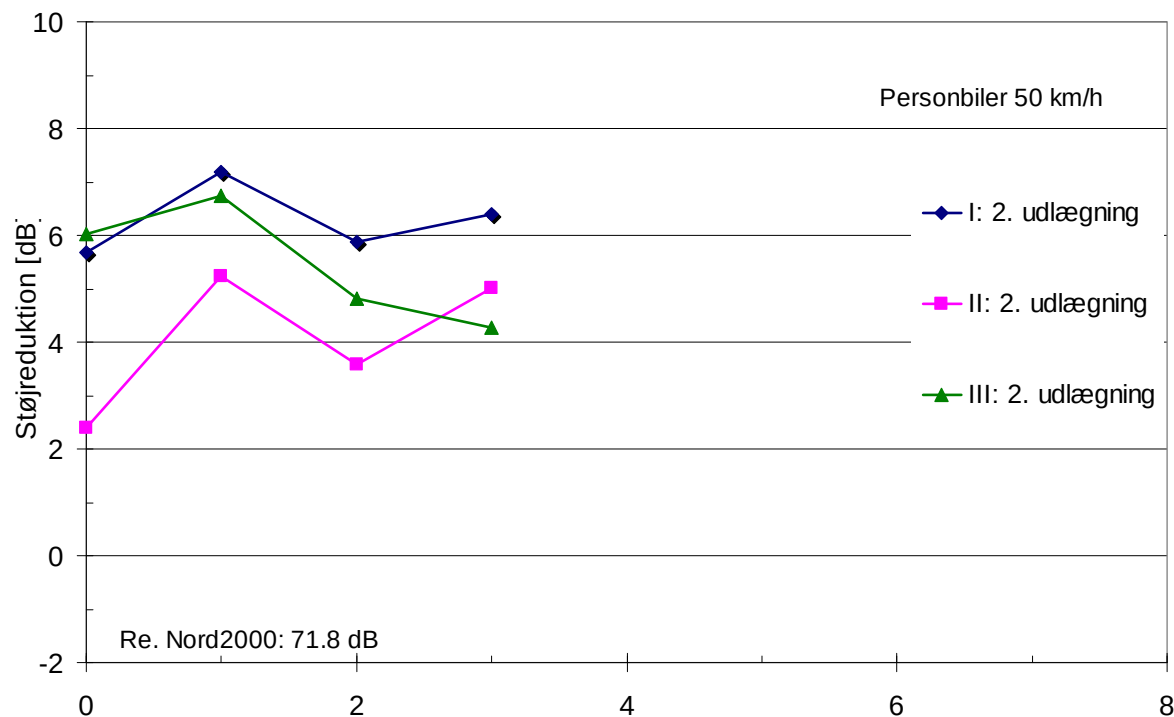
Øster Søgade - Anden Livscyklus

Sektions navn	Asfalt type	Total tykkelse	Toplag		Bundlag	
			Tykkelse [mm]	Stenstørrelse [mm]	Tykkelse [mm]	Stenstørrelse [mm]
1. Udlægning						
I (DA 8-70)	Porøs	70	25	5/8	45	11/16
II (DA 5-55)	Porøs	55	20	2/5	35	11/16
III (DA 5-90)	Porøs	90	25	2/5	65	16/22
IV (AB 8t (ref.))	Tæt	30	30	0/8	-	-
2. Udlægning						
I (DA 8-70)	Porøs	70	27	5/8	38	11/16
II (DA 5-55)	Porøs	55	22	5/8	28	11/16
III (DA 5-90)	Porøs	90	27	5/8	58	16/22



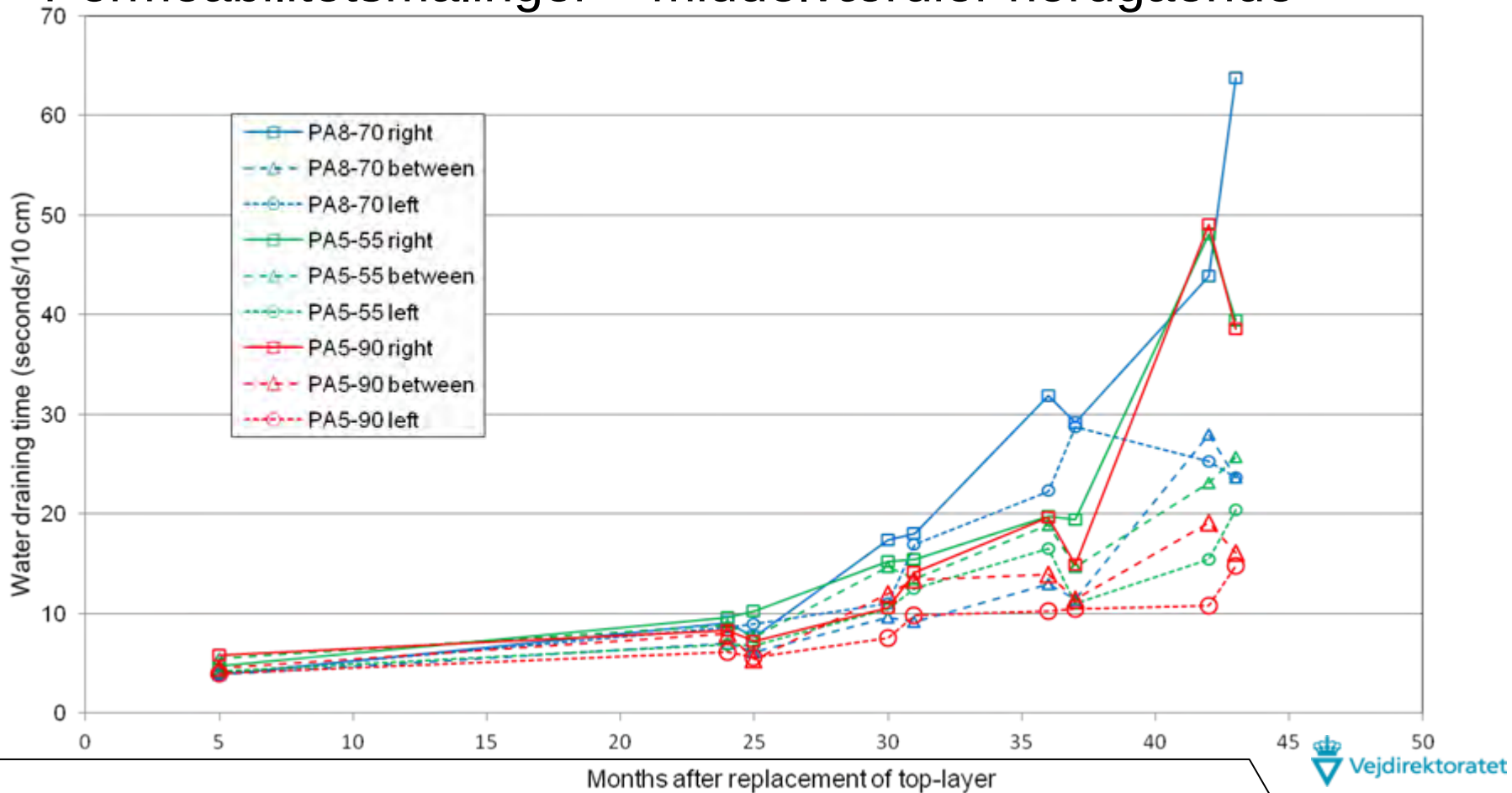
Øster Søgade – Anden Livscyklus

Støjreduktion



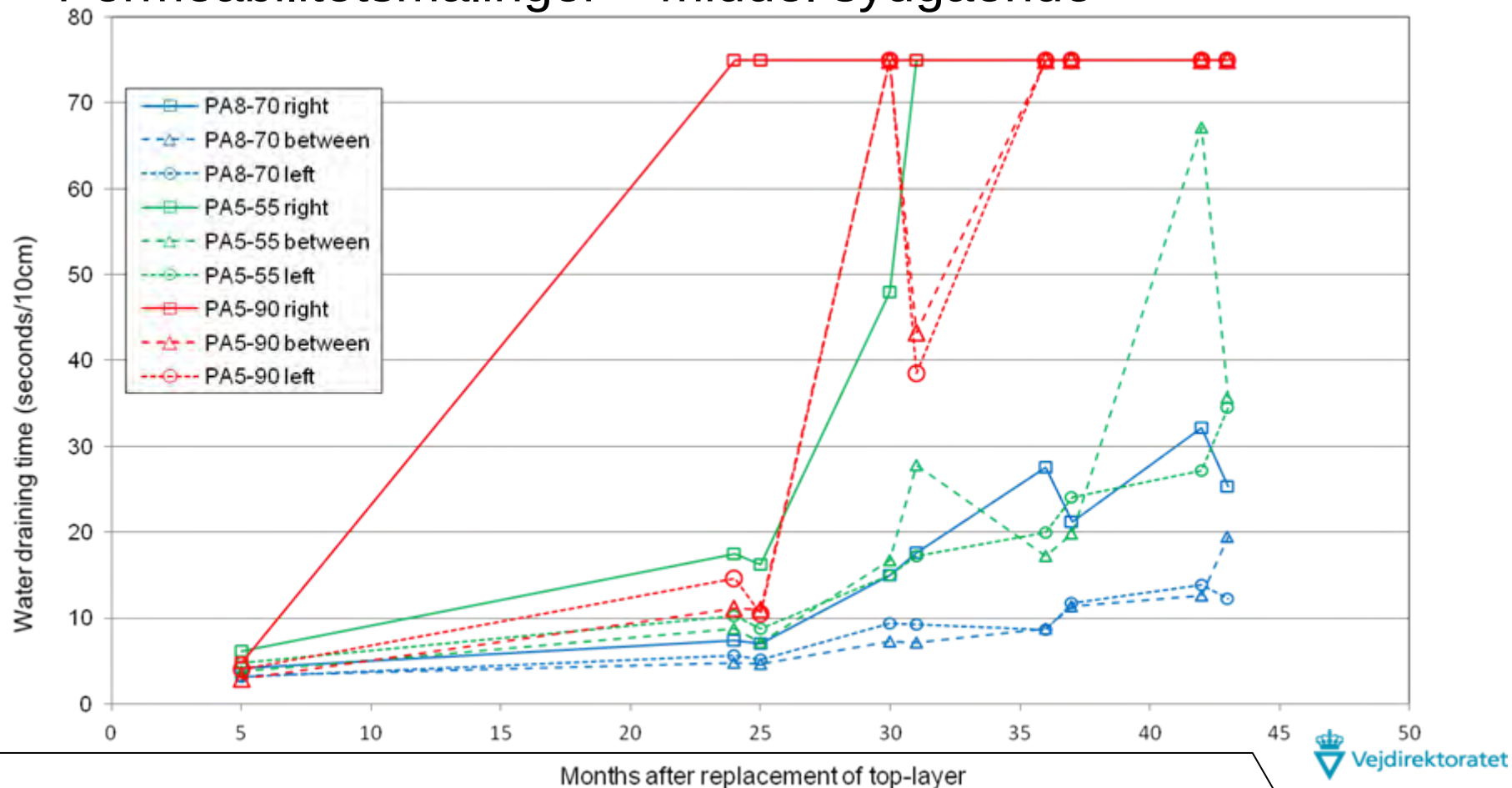
Øster Søgade – Anden Livscyklus

Permeabilitetsmålinger – middelværdier nordgående



Øster Søgade – Anden Livscyklus

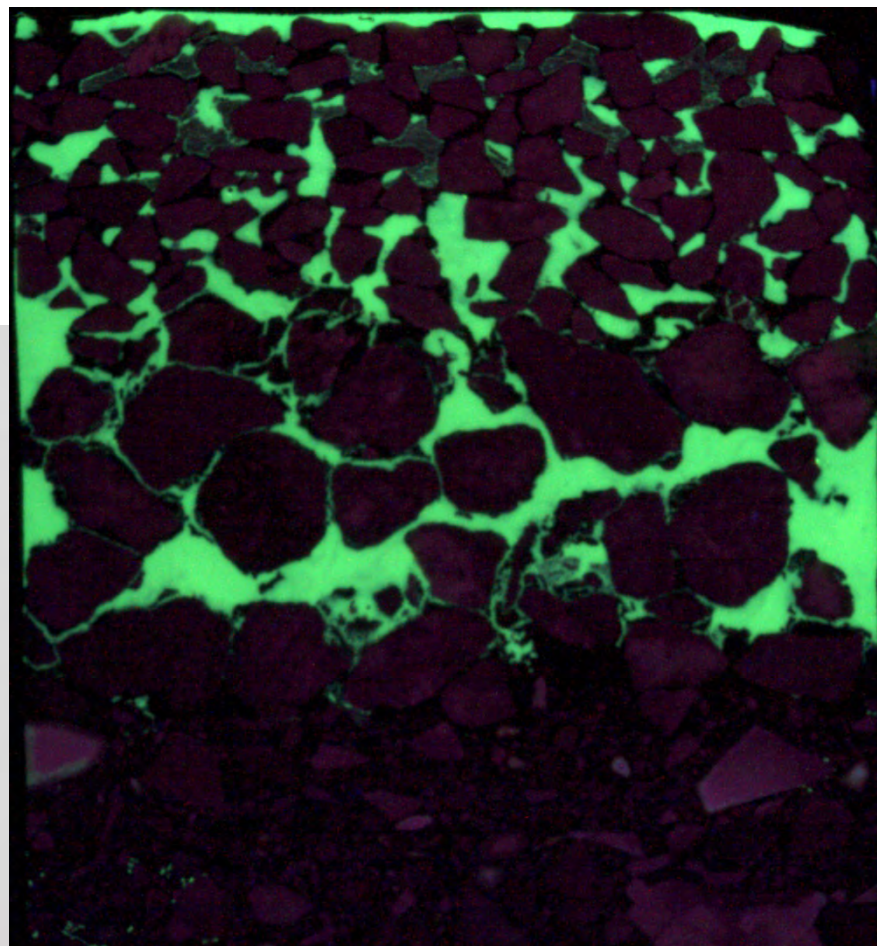
Permeabilitetsmålinger – middel sydgående



Øster Søgade – Anden Livscyklus

Planslib fra sektion I PA5-55
venstre hjulspor.

Borekernen er tage op i 2010



Konklusion

De 5 hypoteser:

- Ny 2-lags drænasfalt har en høj støjreduktions kapacitet på bygader i sammenligning med en tæt belægning.
- To-lags drænasfalt med den mindste stenstørrelse i det øverste lag har den bedste støjreducerende effekt.
- Den tykkeste 2-lags drænasfalt har den bedste støjreduktion.
- Ved 2 gange årligt at højtryksrense belægningerne vil porøsiteten og den høje akustiske absorption blive vedligeholdt.
- Levetiden for 2-lags porøse belægninger er den samme som for en almindelig tæt belægning på bygader.

Øster Søgade - Konklusion



Tak for opmærksomheden

M.Sc. (Tech.) Markus Simonen
Highway Engineering
Department of Civil and Environmental Engineering

Properties and Utilization of Biofluxed Bitumens in Stockpiled Soft Asphalt Mixtures

Background and Methods

Oil gravel was developed in the 1950s to provide an affordable pavement solution for low volume roads. The bituminous binder of oil gravel has been developed through several research projects during the decades. The current binder of oil gravel is referred as BL2K, which is slow-curing cut-back bitumen. However, BL2K contains a considerable amount of volatile organic compounds constituting to the climate change; therefore in the 1990s its use in Finland was restricted only to stockpiled patching mixtures. Accordingly, the amount of VOC emissions from stockpiled patching mixtures has not changed. In 2008, Nynas Ab introduced a new fluxing agent, bioflux, to replace the volatile solvents used in cut-back bitumen. Bioflux consists of linear and branched C10 – C20 alkanes and it is the product of a chemical process called NExBTL, which is patented by Neste Oil. The feed of NExBTL-process consists of vegetable oils, animal fats and hydrogen. The benefits of using bioflux instead of petroleum based fluxing agents may materialize in lower emissions of volatile organic compounds, in safety to aquatic organisms and in the use of renewable raw materials.

Nynas Ab continued the development of biofluxed bitumens in 2010 by funding a master's thesis research at Aalto University School of Engineering. The research aimed to evaluate the utilization of biofluxed bitumens in stockpiled soft asphalt mixtures. The actual research question was specified the following: How the composition of biofluxed bitumen affects its suitability to stockpiled soft asphalt mixtures? The research question originated from the fact that only one composition was studied in 2008. The research was divided into three phases. The first phase was to specify primary requirements for stockpiled patching mixtures based on literature. The second phase included preparation of biofluxed bitumens with different compositions and testing them in laboratory. The third phase focused on the properties of the soft asphalt mixtures made of biofluxed bitumens. Additionally, the condition of the test roads constructed in 2008 was assessed, and the samples obtained from the test roads and stockpiled mixtures were investigated.

The literature review suggested that the primary requirements for stockpiled patching mixtures are: suitability for cold or warm mixing, workability, stability, water resistance and safety to environment and health. Cold and warm mixing should be possible, since stockpiled soft asphalt mixtures are produced in mobile asphalt plants with lower mixing temperatures than in stationary plants. Stockpiled mixtures should be workable even after long storing times. Respectively, the stability right after spreading and compaction should be high enough, so that patches or temporary pavements would sufficiently resist environmental and traffic loading. Water resistance is emphasized in mixing at low temperatures especially with mobile asphalt plants using steam for aggregate heating. The requirements are partly opposite, e.g. good workability of a mixture is likely to relate to low stability. In the end of the research, the performance of the mixtures made of biofluxed bitumens were compared to the primary requirements.

Four different compositions of biofluxed bitumen were prepared in laboratory for the tests conducted in the second and third phases. The target viscosity for the biofluxed bitumens was 600 mm²/s at 60 °C, which equals to the viscosity of BL2K used in oil gravel. Additionally, BL2K was chosen as a reference binder for laboratory tests. Table 1 presents the compositions and viscosities of biofluxed bitumens and the reference binder.

Table 1: The compositions and viscosities (at 60 °C) for the biofluxed bitumens and the reference binder (BL2K)

ID	Base bitumen	Solvent	Composition (base bitumen / solvent)	Viscosity (60 °C)
-	-	-	% / %	$\frac{mm^2}{s}$
V15BF	V1500	Bioflux	94.5 / 5.5	674
V30BF	V3000	”	90.8 / 9.2	587
V60BF	V6000	”	88.5 / 11.5	622
B20BF	160/220	”	82.0 / 18.0	646
BL2K	*	Kerosene + gas oil	86.0 / 7.0 + 7.0	551

* Similar to V6000

The cut-back bitumens (comprising the four biofluxed bitumens and the reference binder) were investigated to determine the effect of chemical composition on their rheological properties such as viscosity, stiffness and elasticity. The generic fractions (saturates, aromatics, resins and asphaltenes) of base bitumens were quantified by thin layer chromatographic method with flame ionization detection (IATROSCAN MK-6s) and the rheological properties of the base bitumens and the fresh cut-back bitumens were studied with a rheometer (Physica 301). In addition, the flashpoints of the cut-backs were determined for the safety evaluation. Finally, the effects of curing and aging on cut-back bitumens were investigated during a two-phased stabilization procedure (EN-14895) followed by an oxidative treatment (EN-14769) (see Table 2). The two-phased stabilization simulated curing or short-term aging and the oxidative treatment simulated long-term aging (LTA) of the cut-backs. The studied properties during stabilization and oxidative treatment included rheological properties, solvent content and the generic fractions.

Table 2: Circumstances under conditionings

Conditioning	Circumstances (film thickness)
Recovery	RT – 24 h and 50 °C – 24 h (1.0 mm)
Stabilization ^a	85 °C – 24 h (1.0 mm)
LTA ^b	85 °C – 65 h – 2.1 MPa (3.2 mm)

^a Includes recovery

^b Long-term aging, includes recovery and stabilization

In the third phase, soft asphalt mixtures made of the five cut-back bitumens and crushed gravel were prepared in a laboratory. The nominal maximum aggregate size of the gravel was 8 millimeters and the binder content of the mixtures was 3.7 %. The tests performed to asphalt mixtures made of the cut-back bitumens included water sensitivity (EN 12697-12 method C), workability with blade resistance test (Figure 1; modified from the Canadian method LS-289) and stability as indirect tensile strength (Figure 2; EN 12697-23), thus the tests covered the primary performance requirements. Workability and stability was tested from samples with different curing times as well. The water sensitivity test involves mixing 1 hour old soft asphalt mixture with water in a glass beaker, and measuring the material that has come loose by filtering. In the blade resistance test a steel blade is penetrated into mixtures slightly compacted in wooden boxes, while the maximum resistive force is measured. Indirect tensile strength test is conducted by loading a cylindrical specimen diametrically along the direction of the cylinder axis and measuring the peak load applied at break. The tensile strength (in Pa) is then calculated from the peak load and the dimensions of the specimen.



Figure 1: Blade resistance test

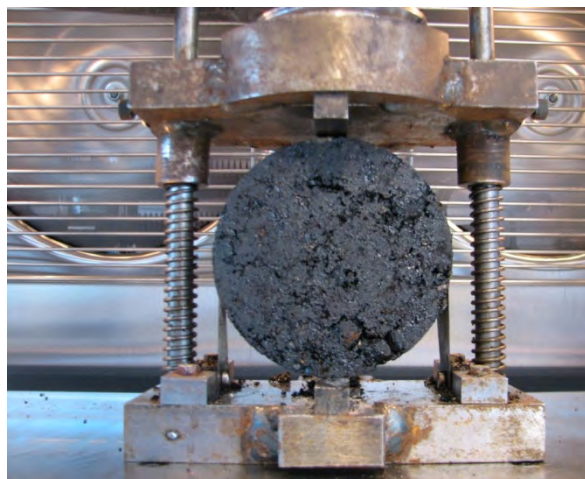


Figure 2: Indirect tensile strength test

The general condition of the test roads was investigated twice in 2010. In addition, the rut depth of the test roads was measured with a screed and tape ruler. Samples were taken from both test roads to determine the curing of the mixtures by indirect tensile strength test. The field tests included samples from five-month-old stockpile mixtures. The solvent content of all samples was measured.

Results and Conclusions

Based on the literature cold mixing is possible for bituminous binders having viscosity less than $600 \text{ mm}^2/\text{s}$ at 60°C . Respectively, for warm mixing the binder viscosity at 60°C should be less than $3000 \text{ mm}^2/\text{s}$. Thus, the fresh biofluxed bitumens may be used in cold and warm mixing. The flashpoints of biofluxed bitumens were between $110 - 141^\circ\text{C}$ and the flashpoint of BL2K 80°C . The higher flashpoint of biofluxed bitumens increases the safety during mixing especially at excessively high temperatures. Additionally, BL2K is classified to be harmful for aquatic organisms (“may cause long-term adverse effects in the aquatic environment”) according to the EU’s regulations for chemicals (REACH/CLP) due to the used solvents (kerosene and gas oil), whereas biofluxed bitumen is not classified to possess any risk for the environment. Therefore the negative environmental impacts of stockpiled mixtures made of BL2K may be reduced with biofluxed products.

The composition of both base bitumens and cut-back bitumens had remarkably effect on their rheological characteristics. The softest base bitumens (V1500 and V3000) proved to be rheologically complex materials exhibiting crystallization in the temperature range of actual use. The crystalline network increased both the elasticity and overall stiffness of V1500 and V3000 bitumens. The behavior of 160/220, the hardest base bitumen studied resembled most the traditional road bitumens. The crystallization observed in rheological measurements was addressed to the wax naturally present in bitumen. The addition of bioflux shifted melting of crystalline material to lower temperatures and narrowed the melting range. Thus, the wax crystallization and melting temperatures depended on the viscosity of the bituminous binder, which was also supported by the literature. Bioflux affected particularly to the low temperature properties of cut-back bitumens. Low polar and low molecular weight alkanes reduced the stiffness remarkably under 30°C , which may be desirable for bituminous binders utilized in stockpile patching materials.

Both curing and aging had significant effects on the physicochemical properties of cut-back bitumens. In addition, the curing and aging behavior of the biofluxed bitumens differed notably from the traditional cut-back bitumen. The evaporation of different solvents from cut-back bitumens complied with the distillation characteristics of solvents. The lighter solvent of BL2K evaporated completely during the first phase of stabilization (referred as recovery), while during the second phase of stabilization bioflux evaporated more readily than the heavier solvent of BL2K. There were no observed differences between evaporation rates of bioflux from different

base bitumens, although the variation in the consistencies of the base bitumens was vast. However, bioflux content was found to relate to the evaporation rates. The bioflux contents approached 2 % during stabilization implying that some bioflux will remain in bitumen even after a long period of time.

The rheological properties of the cured and long-term aged cut-back bitumens resembled those of the fresh cut-back bitumens. In general, curing (stabilization) and long-term aging (oxidative treatment) increased the stiffness and elasticity of the cut-back bitumens. Long-term aging by pressure aging vessel induced changes in the chemical composition of the cut-back bitumens, which were observed as increases in the polarity of the cut-back bitumens. However, the viscosities, complex shear moduli and phase angles of V15BF, V30BF and V60BF remained practically unchanged despite the increased polarity. Thus, the effects of aging on the rheological properties of V15BF, V30BF and V60BF may be solely bound to the evaporation of bioflux.

Figure 3 illustrates the remarkable differences between the cut-back bitumens. It may be observed that after the recovery BL2K is the stiffest (kerosene had evaporated) and V15BF is the most elastic (smallest phase angle). Additionally, Figure 3 reveals that the order of the stiffnesses above 30 °C is opposite to the order below 30 °C. Furthermore, the phase angle of V15BF may be seen to remain constant below 20 °C due to the crystalline material.

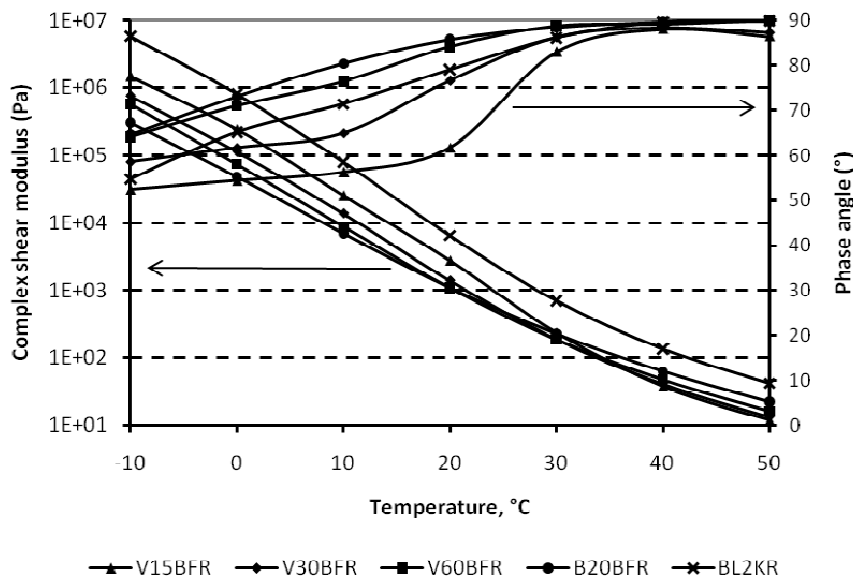


Figure 3: Isochronal plots of complex shear modulus and phase angle for recovered cut-back bitumens at 1 Hz

The evaporation of bioflux proved to be moderate based on curing both in laboratory and in the samples obtained from the test roads. The results suggested that the recovery corresponded 1 – 2 years in a road or stockpile. Thus recovery could be used in determining the evaporation of bioflux from the mixtures during the first couple of years.

The moderate evaporation of bioflux led to only minor changes in workability during the first five and a half months (see Figure 4). According to literature 2 kN (at -10 °C) is considered to be the acceptance limit for stockpiled patching mixtures, thus the mixtures made of cut-back bitumens remained workable for the whole observation time. A mixture made of neat V1500 bitumen (V15B in Figure 4) and the crushed gravel was prepared for a reference, since mixtures containing V1500 are not generally considered workable at ambient temperatures. The blade resistance test results (over 2.5 kN) and the 2 kN acceptance limit supported the subjective workability experiences. The stockpiled soft asphalt mixtures made of BL2K (oil gravels) are known to remain workable even after very long storage times, which encourages to assess the workability of the mixtures made of biofluxed bitumens to be at least as good. B20BF with the hardest base bitumen may form a rigid crust on the surface of the stockpile, if excessive amounts of bioflux would evaporate.

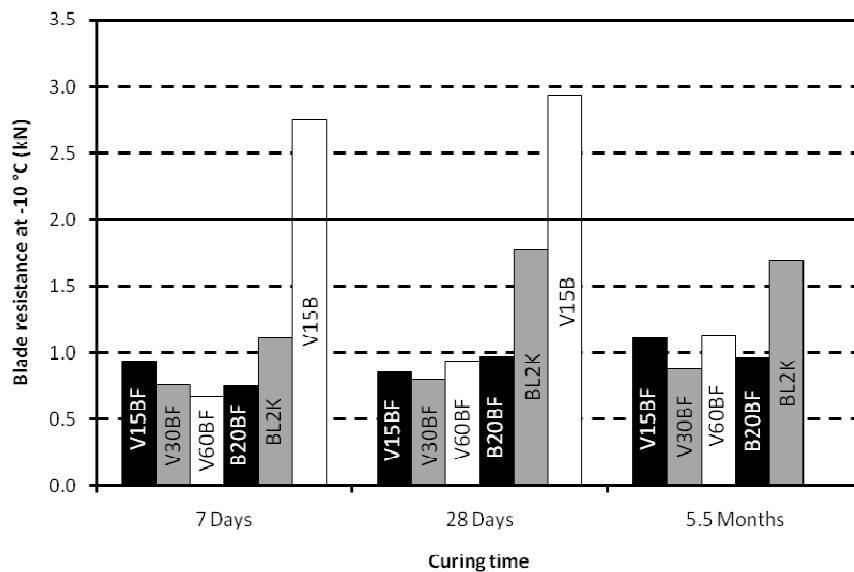


Figure 4: The average blade resistance of the mixtures after three curing times at -10 °C (V15B was made of neat V1500 bitumen)

The stability of the mixtures increased only moderately during the first month (see Figure 5). The largest increases in stability were observed from the mixtures made of biofluxed bitumens with V6000, 160/220 as the base bitumens and from the BL2K mixture. The stability of the V15BF and V30BF mixtures remained practically unchanged implying that only minor evaporation occurred, while the other reason might be the soft base bitumens. The consistency of the base bitumen and the solvent type affected the curing of the mixtures. The development of bitumen structure may have contributed to increased strengths in addition to the solvent evaporation. The stability measurements of the mixtures obtained from the test roads were ambiguous, since the indirect tensile strength of test road mixtures had increased 0 % (nominal maximum aggregate size 11 millimeters) and 50 % (NMAS 16 mm). Although the maximum values were rather equal after two years being about 100 kPa. The binder used in test roads was similar to V15BF incorporated in this research.

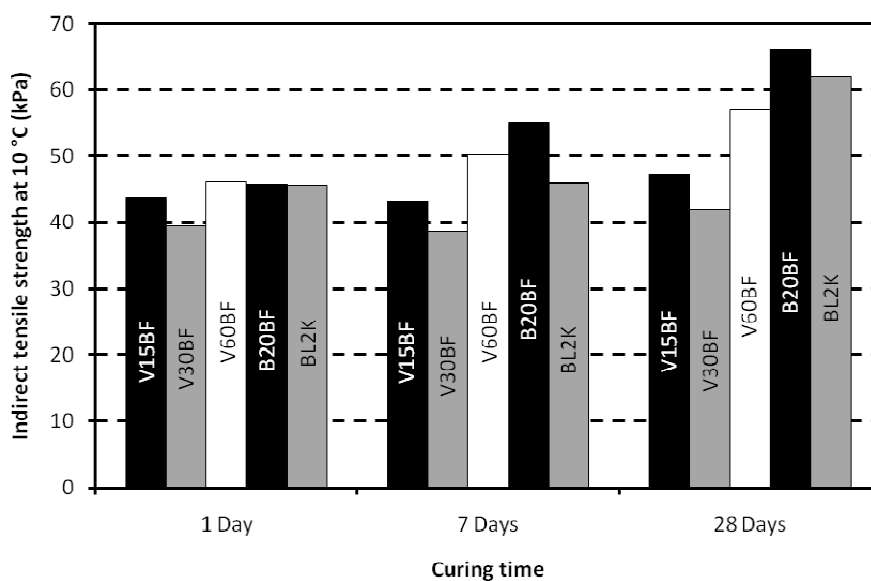


Figure 5: The average indirect tensile strength after three curing times at 10 °C

Both test roads were generally in good condition after two years of trafficking. There were no signs of raveling, cracking or other major distresses. However, the rut measurements with the screed revealed, that both test lanes containing biofluxed bitumens had rutted about 10 millimeters.

Surprisingly, the maximum rut depth was observed in the middle of the lane and no rut was observed on the reference lane made of neat V1500 bitumen. Additionally, the largest stone particles were penetrated into the pavement, which had led to an extremely smooth surface partly on both test sites. All in all, the observations from the test roads suggested that the biofluxed bitumen may have been and remained too soft.

In conclusion, the studied biofluxed bitumens were found suitable for stockpile soft asphalt mixtures. The recently published (2011) Finnish Asphalt Specifications include biofluxed bitumen called BL2Bio, which can be used in stockpiled soft asphalt mixtures according to the specifications. The major difference between the biofluxed bitumens and the BL2K is the curing rate, thus the binder design approach becomes different. The slow curing of the biofluxed bitumens is both advantageous and disadvantageous. The stability of the biofluxed bitumens may remain moderate. However, the advantage is that the workability remains excellent for long times.

Recommendations

The results of this research provided useful information on the properties and utilization of biofluxed bitumens. However, the studied biofluxed bitumens covered only a minor part of all possible compositions. It could be recommended, based on the laboratory tests and field observations, to increase the viscosity of biofluxed bitumens to 800 – 1000 mm²/s, so that better initial stability would be achieved without excessively degrading the workability. Respectively, the consistency of the base bitumen may be used in adjusting the curing of the mixtures.

The amount of solvents should be minimized to decrease the negative environmental impacts. On the other hand, better stability will be achieved with harder base bitumens that, at the same time, would lead to higher solvent contents. Thus inevitably, the compositions of biofluxed bitumens are compromises.

For the future, the different applications for stockpile patching mixtures should be investigated, and perform field tests in the actual use of the patching mixtures. Additionally, a connection between laboratory test results and field performance should be established, so that the laboratory tests could be used in the evaluation of various patching materials.



Aalto University
School of Engineering

Properties and Utilization of Biofluxed Bitumens in Stockpiled Soft Asphalt Mixtures

Master's thesis study by Markus Simonen

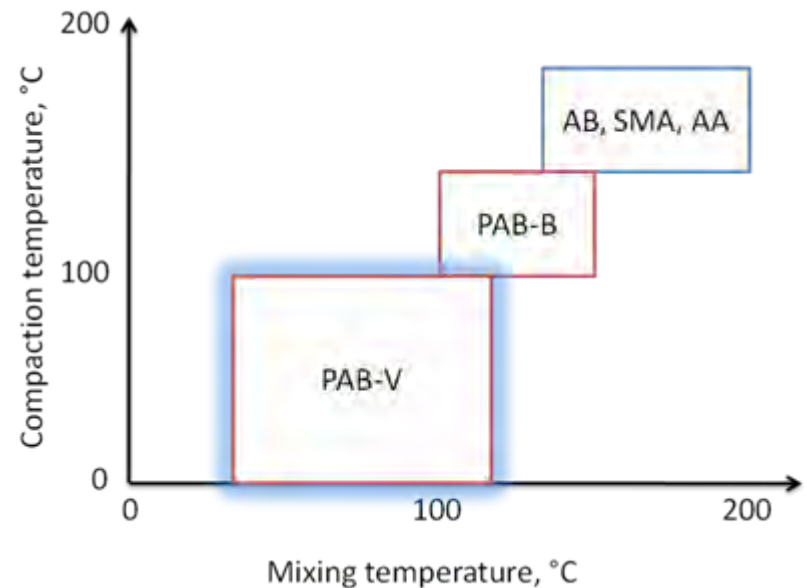
Agenda

- Background, research question and objective
- Structure of the research and methods
- Results
- Conclusions and recommendations



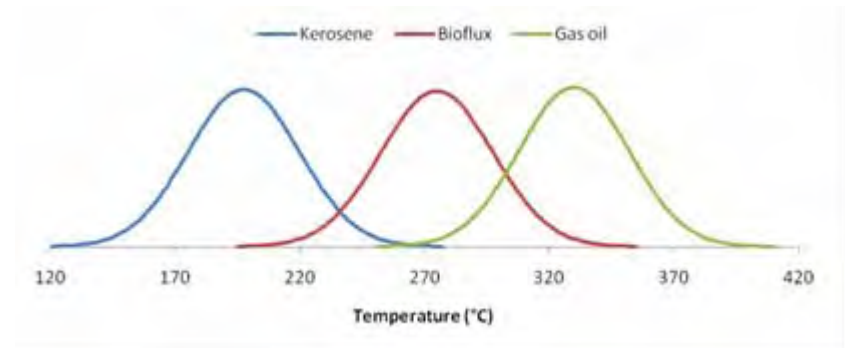
Background

- Oil gravel was developed in 1950s
- The binder of oil gravel (BL2K at present) contains significant amount of volatile organic compounds
- International agreement on reducing VOCs (1992) – the use of oil gravel was restricted to patching purposes
- Annual production of oil gravel reduced more than 90 %



Research question

- VOC emissions from stockpiled mixtures has not changed
 - In 2008 Nynas introduced bioflux to replace volatile solvents in BL2K (study on one composition)
 - Potential environmental benefits
 - How the composition of bioluxed bitumens affects its suitability to stockpiled soft asphalt mixtures?
- Bioflux
 - Produced from vegetable oils, animal fats and hydrogen (NEXBTL)
 - C10 – C20 alkanes
 - Boiling points between the solvents of the BL2K:n (kerosene and gas oil)



Objective

- To evaluate the utilization of biofluxed bitumens in stockpiled soft asphalt mixtures

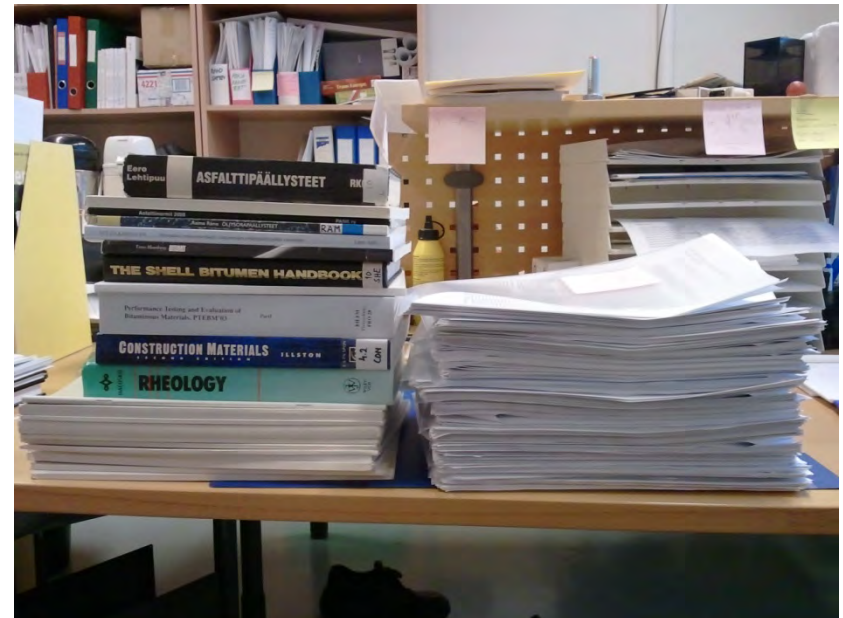
Structure of the research

- Literature review
 - Scientific bases
 - Requirements for stockpiled soft asphalt mixtures
- Binder studies
 - Preparation of the biofluxed bitumens
 - Testing the binders
- Mixture studies
 - Laboratory produced
 - Include field studies



Literature review – primary requirements for patching mixtures

1. Suitability for cold and warm mixing (manufacturing)
2. Workability (laydown and compaction)
3. Stability (field performance)
4. Water resistance (stockpiling and field performance)
5. Harmless to environment and health (raw materials)



Binder studies – compositions

ID	Base bitumen Viscosity at 60 ° <i>(mm²/s)</i>	Solvent	Blend (base bit. / solvent) % / %	Blend Viscosity at 60 °C <i>mm²/s</i>
V15BF	V1500 (1420)	Bioflux	94,5 / 5,5	674
V30BF	V3000 (2920)	”	90,8 / 9,2	587
V60BF	V6000 (5660)	”	88,5 / 11,5	622
B20BF	160/220 (36700)	”	82,0 / 18,0	646
BL2K	- (n. 6000)	Kerosene+ gas oil	86,0 / 7,0 + 7,0	551

Binder studies – basic properties of the biofluxed bitumens

- Flashpoint (Pensky-Martens closed cup)
- Density
- Viscosity
- Evaporation of bioflux



Binder studies – effects of curing and aging on binder properties

- Curing and aging
 - Recovery (curing, 1 mm)
 - Room temperature – 24 h
 - 50 °C – 24 h
 - Stabilization (curing, 1 mm)
 - Includes recovery
 - 85 °C – 24 h
 - PAV treatment (aging, 3,2 mm)
 - Includes recovery and stabilization
 - 85 °C – 65 h – 2,1 MPa
- Studied properties
 - Composition
 - Solvent content (simulated distillation)
 - SARA fractions
 - Rheological properties
 - Viscosity
 - Complex shear modulus and phase angle

Binder studies - rheometer



Mixture studies

- Mixtures
 - Crushed gravel (0 – 8 mm)
 - Binder content 3,7 %
- Studies on loose mixtures
 - Water resistance (MYR-test)
 - Workability (blade resistance test, -10 °C)
- Studies on compacted mixtures
 - Stability (indirect tensile strength)



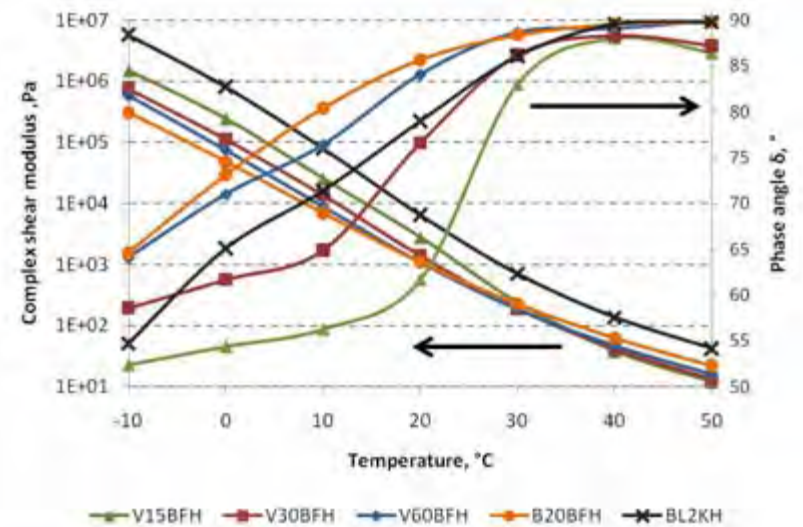
Mixture studies – test roads and stockpiles

- Stockpiled patching mixture
 - Produced in December 2009 (sampling in May 2010)
 - V1500 as base bitumen
- Test roads in Elimäki and Punkalaidun
 - Constructed in 2008 (sampling in summer 2010)
 - V1500 as base bitumen
- Studies
 - Solvent content
 - Stability

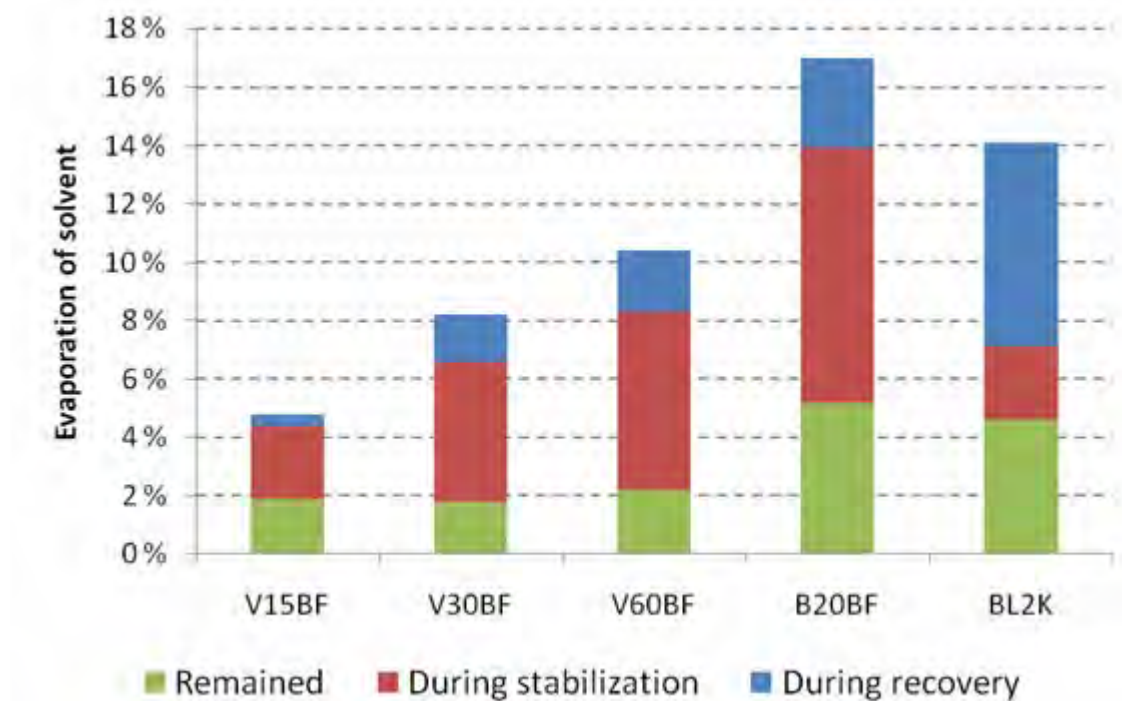


Results – 1/5

- Flashpoint high enough for safe use (biofluxed bitumens 110 – 141 °C, BL2K 80 °C)
- Bioflux evaporates slowly
- Base bitumens were not observed to affect evaporation rates
- Composition had significant effects on the rheological properties (especially ≤ 30 °C)
- Evaporation mainly from the top of the pavement



Results – 2/5

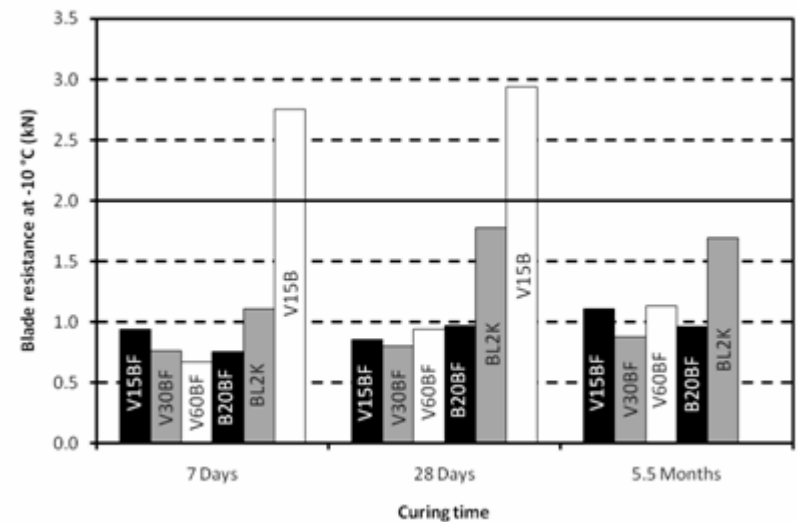


Results – 3/5

Objective	Age	Initial solvent content	Measured solvent content	Change	Remarks
	<i>month</i>	%	%	%-units / %	
Elimäki (test road)	19	6,4	5,0	-1,4 / -21,9	
Elimäki	24	6,4	3,0	-3,4 / -53,1	Top of the pavement
Elimäki	24	6,4	5,9	-0,5 / -7,8	Bottom of the pavement
Punkalaidun	22	5,5	5,9	0,4 / 7,3	
Stockpile (biofluxed bitumen)	9	5,3	4,8	-0,5 / -9,4	
Stockpile (BL2K)	9	13	7,8	-5,2 / -40,0	

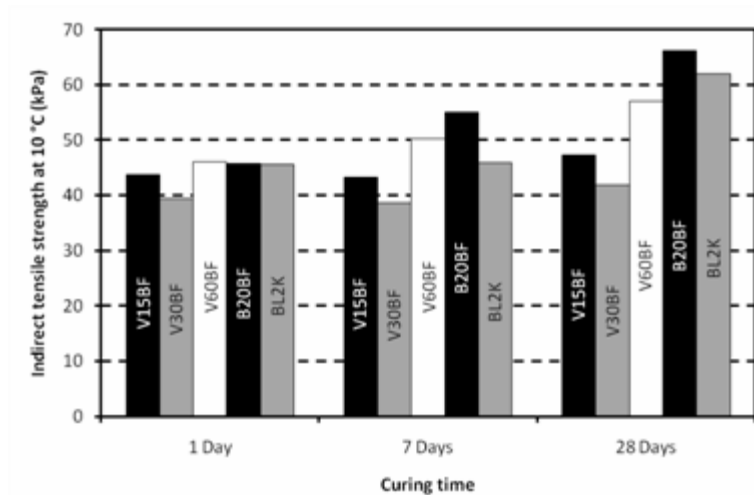
Results – 4/5

- Water resistance was excellent
 - MYR values 0,0 – 0,2 grams
 - Good result $\leq 0,5$ grams
- Only minor changes in workability during 5,5 months
 - Better than mixtures made of BL2K



Results – 5/5

- Moderate increases in stability
 - Especially with softest base bitumens
- Test roads generally in good condition
 - Minor rutting
 - Bleeding
 - Smooth areas
- Stability increase in Elimäki 50 % (after 22 months)
- No observed stability increase in Punkalaidun (after 22 months)



Conclusions

- Bioflux evaporates slowly
 - Workability
 - Stability increases moderately
- Softest base bitumens (V1500 and V3000) may result in too soft pavements
- **Biofluxed bitumens were found suitable for stockpile soft asphalt mixtures**



Recommendations

- Further research with blade resistance test
 - Limits for workability
- Development of requirements and tests methods for patching mixtures
 - Relation between laboratory tests and field performance
- Increasing the initial viscosity of biofluxed bitumens to 800 – 1000 mm²/s



Acknowledgements

- Nynas
- Neste Oil Oyj
- Destia Oy
- Instructors
- Highway engineering research group (Aalto University School of Engineering)



Islands FoU-bidrag 2011

WET MIX TEST FOR ADHESION PROPERTIES OF AGGREGATES FOR SURFACE DRESSING - A RENAISSANCE?

Erla María Hauksdóttir, Icelandic Innovation Center



HISTORY

In Iceland, the Wet Mix Test (see Appendix) was adopted from Sweden in the 1960's in order to assess the adhesion properties of aggregates intended for production of oiled gravel. In the late 1970's and onward surface treatments gradually replaced oiled gravel and the binder changed from road oil to cutback with white spirit as a diluent. Nonetheless, the Wet Mix Test continued to be the preferred test to assess adhesion properties of aggregates for surface dressing, and was considered relatively reliable in spite of somewhat inconsistent results, especially if the test results were negative. In other words, if the bitumen coverage was more than 90 % after the test, the adhesion properties were considered satisfactory.

In 2008 ICERA (Icelandic Road Authority) began using vegetable oils and fish oils to replace white spirit as the diluent for the binder, thus converting into more environmentally friendly diluents. In connection with this replacement, however, some damages began to show up on surface dressings. These usually began with stripping of aggregate under traffic, then developing into ravelling, frequently occurring late in the autumn and into winter. In some cases the upper layer of a double treatment peeled off on patches of considerable size, not only in wheel tracks but also in between and outside them. These premature damages were of course very expensive for the community and ICERA asked the Icelandic Innovation Center to look into the matter.

The reason for these damages were far from obvious but first suspicions fell on complex effects generated by different combinations of the binder/diluent proportions, the adhesion promoter and the aggregates as produced and delivered. This suspicion obviously called for many variables to be tested as the aggregate per se could hardly explain the damages as these occurred at times on surface treatments made from aggregates which earlier had given excellent performance in surface dressings.

AVAILABLE TEST METHODS

Until 2008 the Wet Mix Test was almost the only method used in Iceland to test the adhesion properties of aggregates for surface dressing. Other test methods (for example the European tests, Rolling Bottle Method and the Vialit Plate Test) had been tried but were deemed unreliable and were abandoned. In the Wet Mix Test as performed according to the old test description, road oil is used as binder and solid Diamin HBG as adhesion promoter, and the only test variable is the aggregate source. Earlier attempts to apply the Wet Mix Test in case of binders diluted by white spirit, vegetable oil or fish oil had failed totally; the binder accumulated into a lump instead of covering the aggregate during the initial aggregate-moisture-binder blending phase. On the basis of these mishaps and the alleged unsuitability of other test methods, it was decided to modify the Wet Mix Test in the attempt to be able to test the adhesion between aggregates and various binder combinations.

MODIFIED WET MIX TEST

The modification consists in a few simple changes of the original Wet Mix Test, see test description in Appendix 1:

- The size fraction of the aggregate used for the test is exactly the same as produced to be used in the surface dressing (usually 11-16 mm instead of 4-19 mm in the original).
- The binder is exactly the same as to be used (instead of road oil in the original) but the binder content is kept constant at 3% by weight of aggregate.
- The adhesion promoter is exactly the same (type and quantity) as the one to be used in the construction (instead of solid Diamin HBG, 1 % by weight of binder). At present there are two adhesion promoters used for surface dressing in Iceland, Wetfix422 and TPH, both 0,9 weight % of the bitumen.
- The mixing bowl is warmed up in an oven at 110°C before mixing. Thus it contains sufficient heat to keep the binder liquefied during the initial blending phase even in environment at room temperature.

Through these modifications, the test may be considered in reasonable accordance with the prevailing conditions at the construction site, even if quite a few influencing factors are ignored.

SOME TEST RESULTS

Just now a testing program is being executed at the Icelandic Innovation Center, sponsored by ICERA. Combinations of six different aggregates of variable reputation, three brands of adhesion promoters and binder diluted by three different solvents are compared by the Modified Wet Mix Test. So far the procedure has worked and over 70 tests have been performed. The results indicate that the new method works and it is well possible to test “real blends” for surface dressings. Here below are illustrating graphs to demonstrate some findings of the research project, but further work needs to be done before the final test method description can be published.

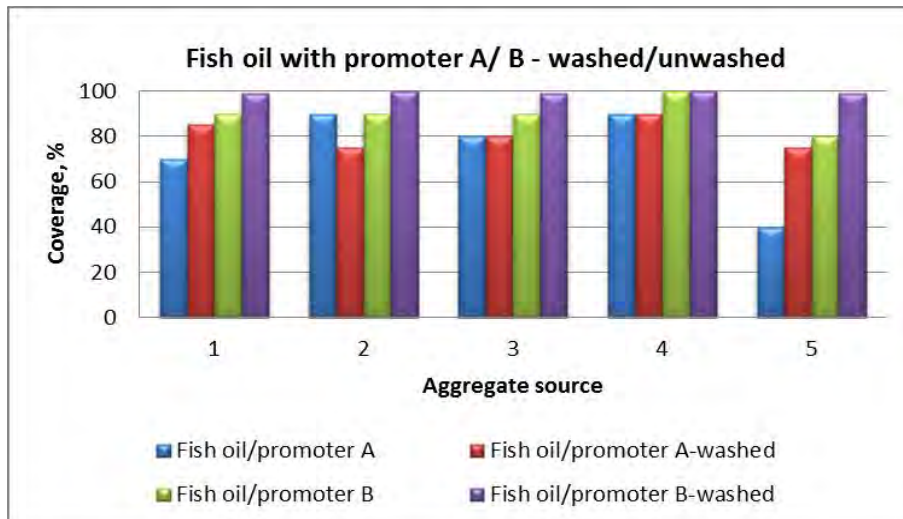


Figure 1 Test results with fish oil and promoters A and B, aggregates unwashed and washed

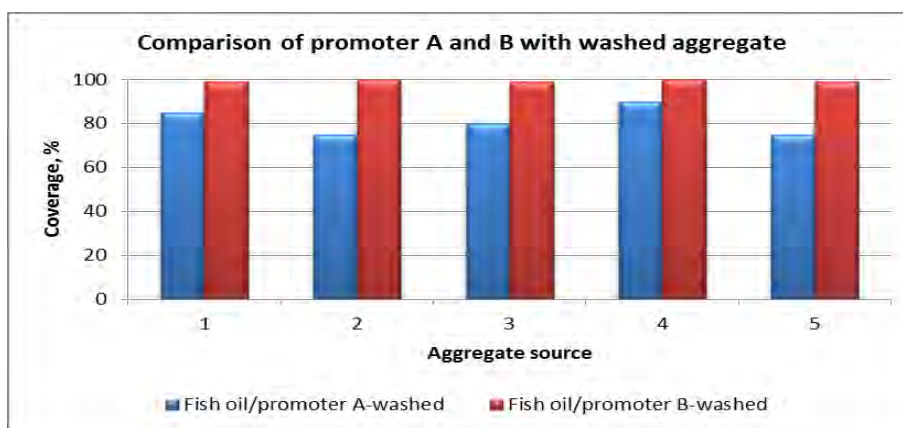


Figure 2 Comparison of promoter A and B with fish oil and washed aggregates

FIELD OBSERVATIONS

In order to relate the test results to performance in situ, a selection of last year's surface treatments are being monitored for defects related to lack of adhesion between aggregates and binders, together with relevant information collected during construction, such as weather conditions during laying or mishaps in execution, type of binder and solvent, adhesion agent etc. This information has not yet been processed, but it is hoped that the results, might shed some light on the damages problem.

CONCLUDING REMARKS

Surface treatments are the prevailing part of bituminous surfacings in Iceland. They are very economical within reasonable traffic limits and have so far served quite well. It is therefore an urgent task for road authorities in Iceland to search out the reasons for recent damages. The Modified Wet Mix test is expected to aid substantially in that search. There are many arguments in favour of the test method in comparison with for example the rolling bottle test method and, just to mention a few, accuracy of estimation of coverage (adhesion), time factor, actual size fraction of aggregates tested are all in favour of the method. It is hoped that the relevant Task Group within CEN/TC 227/WG 1 will consider to follow up with the development of the Modified Wet Mix Test (MWMT) as a candidate for a new European Standard for surface dressing materials.

APPENDIX 1: Description of old Wet Mix Test method procedure

Wet mix test is used to determine the adhesion between aggregate and binder. Aggregate, binder and adhesion agent are mixed in water for 1 hour in a special mixer. The determination of the affinity between aggregate and bitumen, expressed by visual registration of the degree of bitumen coverage on aggregate particles after the influence of mechanical stirring action in the presence of water

The aggregate is first wetted and then mixed thoroughly with fines if there are fines adhering to the aggregate. Then the sample is sieved on 16 and 8 mm sieves. What will be left between those two sieves is dried in a ventilated oven at $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ to constant mass.

3,0 kg of aggregate are placed in the mixing bowl, 90 g of cold water are added and mixed until the water is equally distributed throughout the material. 90 g of road oil (a mixture of bitumen PG 160/220 and fuel oil) and 0,9 g of amine (adhesion agent) are mixed together in a glass cup and heat up to 80°C and care taken that all of the amine melts. The temperature shall not exceed 80°C because the amine can be destroyed at higher temperatures. The amine can be replaced by other adhesion agents and comparative tests run with all other parameters unchanged, if the intention is to evaluate different adhesion agents. The mixer is started and the binder poured slowly onto the sample. It is important that all the binder runs from the bottle. Mix for a few minutes, until the sample is well covered. If the sample does not become entirely covered it shall be mentioned in the report. Next, 3 litres of 22°C hot water is poured in the bowl and mixed for 60 minutes. If the adhesion is good, the mixing water should be clear after mixing and that should be mentioned in the test report.

After the test the sample is collected into a tray and let dry at room temperature for a while. If the sample is not well covered, 20 stones of various sizes shall be selected randomly from the sample and the binder coverage evaluated. The average bitumen coverage of the aggregate sample is then calculated.

Washing of aggregates in a quarry can often improve the adhesion. If it is suspected that fines are the cause for adhesion failure, the wet mix test can be repeated on aggregates that have been pre-washed. Wash the material on 8 mm sieve under running water, by shaking it thoroughly for 5 minutes and dry in a ventilated oven at $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ to constant mass. Then repeat the test as described above.

Development of a new adhesion test method for surface dressing- A renaissance?

Erla María Hauksdóttir
Innovation Center Iceland

Team:
Ásbjörn Jóhannesson
Margrét Kjartansdóttir
Pétur Pétursson

Some questions to start with

- Why was the Swedish wet mix test abandoned?
- Adhesion tests on the market ?
- How was the Swedish wet mix test modified?
- Did it work?

History

- Road oil with solid diamine as the adhesion promoter
- Bitument PG 160/220
 - Cutbacks with white spirit as a diluent
 - Cutbacks with Rapeseed oil and fish oil as a diluent

History

- Test lived on in Iceland and has been used until this day to measure adhesion with road oil. Mainly used as a criterion.
- It had difficulties in execution with new diluents, such as rapeseed oil and fish oil.
- Decided to develop the Swedish wet mix test for the new binders for surface dressing.

Diluent

- Diluent White spirit
 - Diluent Rapeseed oil and fish oil
- Out
In



European standards for measuring adhesion

EN 12697-11 Determination of the affinity between aggregate and bitumen

and

EN 12272-3, Determination of binder aggregate adhesively by the Vialit plate shock test

These test are not suitable for Icelandic aggregates and production traditions.

Swedish wet mix test

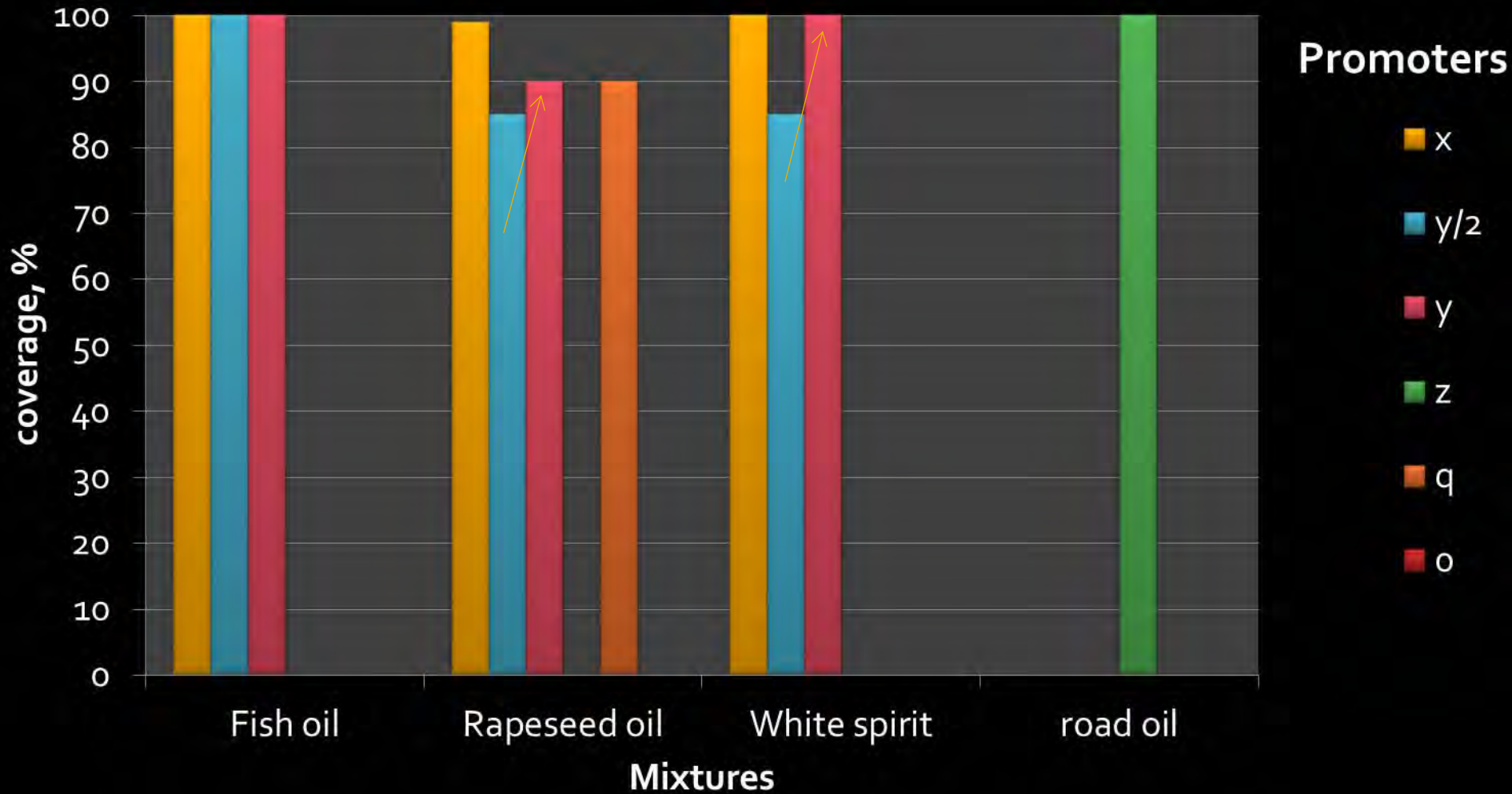
- 90 g Road oil
- 1 % adhesion promoter
- 3 kg of aggregate, dried, cooled
- 90 g of water (to wet the aggregate)
- 3 kg of water (for wet mixing)



Modification of the Swedish test method

	Swedish wet mix test	New wet mix test
Binder	Road oil	Bitumen with fish or rapeseed oil as the diluent
Bowl	cold	Hot; heated in a oven for 40 min at 110°C
Adhesion promoter	Diamin	The actual one
Aggregate	Dried, 4-19 mm and sieved for 15 min	Dried, but size used as in the road (usually 11-16 mm, both with over - and undersizes)

First results

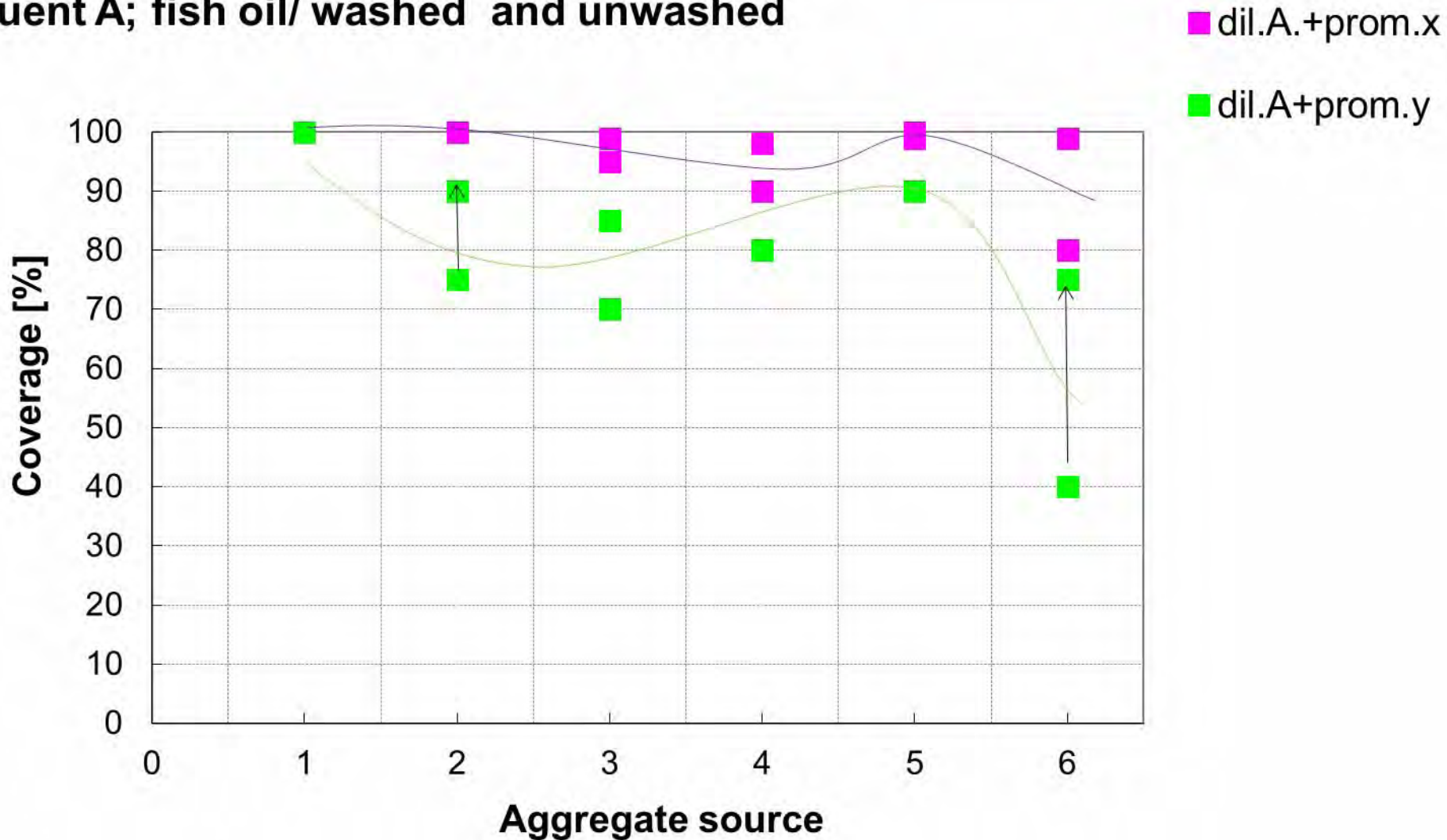


Further development

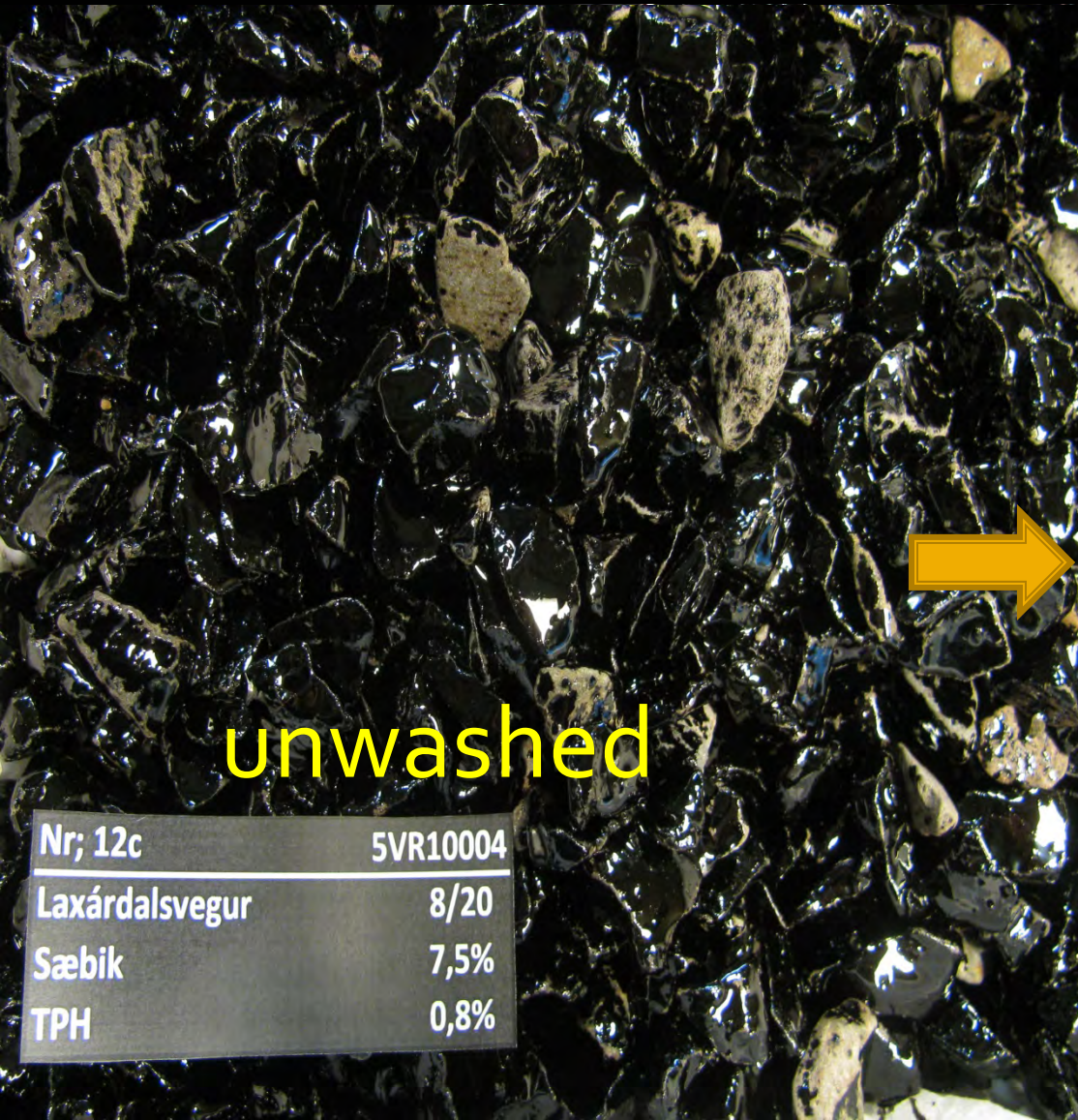
As the first results were promising it was decided to go further and **change the aggregate factor**. The aggregates that were picked out had adhesion problems in the surface dressing.

Washed/unwashed

Diluent A; fish oil/ washed and unwashed



Aggregate 4 with fish oil as a diluent and promoter x



unwashed

Nr; 12c	5VR10004
Laxárdalsvegur	8/20
Sæbik	7,5%
TPH	0,8%

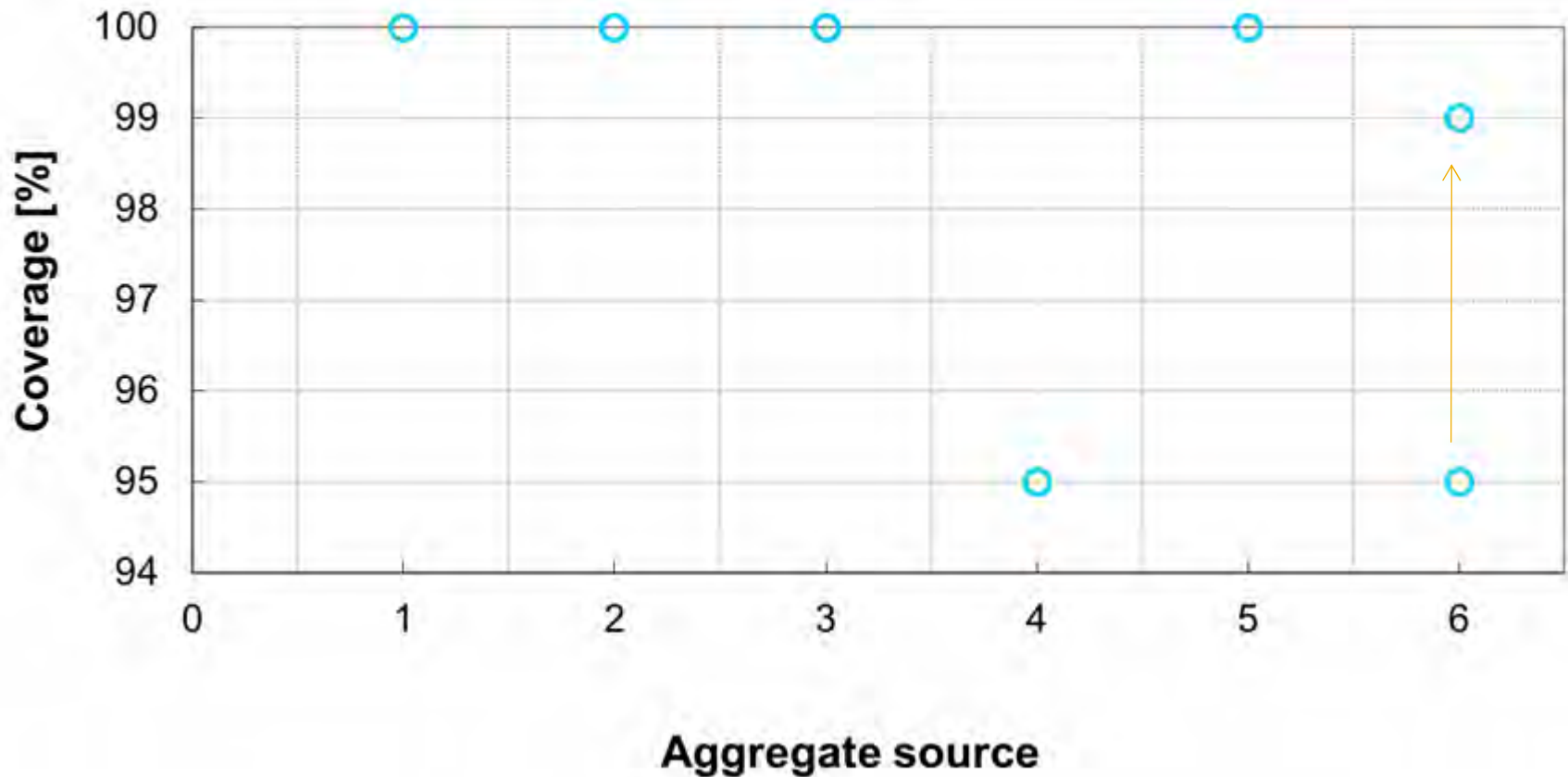


washed

Nr; 21c	5VR10004
Laxárdalsvegur, þvegið	8/20
Sæbik	7,5%
TPH	0,8%

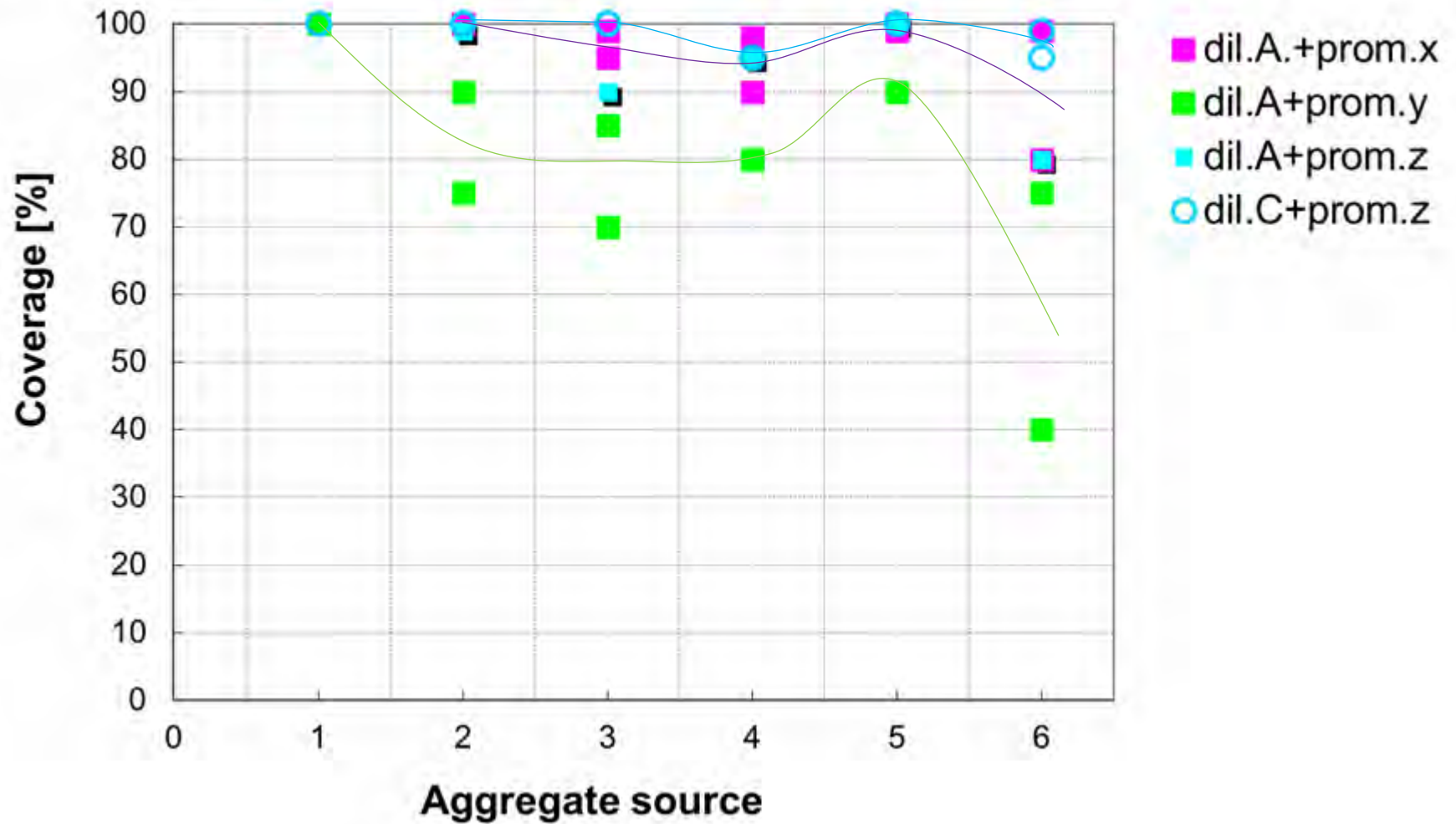
Cold or heated bowl

Diluent C; road oil Solid Diamin as the promoter



Road oil/fish oil

Diluent A (fish oil) and C (road oil)



Results

- Coverage was from 40-100% with different diluents, aggregates and adhesion promoters.
- Washing of the aggregate makes a difference of 0-35 %
- Heating of the bowl adds about 5 % in one case with the road oil and diamin. However it is of the utmost importance to other binders than road oil.

Results

- Aggregates are of different quality in Iceland and it is very important to use prime quality aggregate for surface dressing.
- Fish oil was the best diluent with 7,5% ratio but further research is to be continued...

Conclusions

- These first results are promising and the project will hopefully eventually lead to a new test method description which may perhaps be introduced to the relevant European standardization Committies.



NVF UTVALG BELEGGNINGERS ÅRSMØTE 2011 / KRISTIANSUND

Velkommen til teknisk tur 7. juni





MYRØHOLMBRUA MED FISKEBRUENE, NASJONAL TURISTVEG ATLANTERHAVSVEGEN
ARKITEKT FOR FISKEBRUENE: MANTHEY KULA AS. FOTO: ROGER ELLINGSEN / STATENS VEGVESEN



VELKOMMEN ► Norge har gjennom århundrer vært en sjøfartsnasjon. Havet har bundet folk langs kysten sammen, og tatt nordmenn ut i verden siden vikingtiden for mer enn 1000 år siden. Med frislippet av bilismen i Norge på 1960-tallet økte behovet for å binde landet sammen langs kysten også på landjorda.

I dag skal vi ut på en reise som skal gi oss innsikt i samferdsel i fortid, samtid og framtid. God tur



RASTEPLASS. FOTO: ROGER ELLINGSEN / STATENS VEGVESEN



ATLANTERHAVSTUNNELEN. FOTO: STATENS VEGVESEN



BERGSØYSUNDBRUA. FOTO: JØRN ARVE HASSELØ



GJEMNESSUNDBRUA, NORGES LENGSTE HENGEBRU. FOTO: ROGER ELLINGSEN / STATENS VEGVESEN

KRIFAST ► Da Krifast ble åpnet som fastlandsforbindelsen for Kristiansund og Frei i 1992 satte den rekorder i fleng. Forbindelsen består av det som var verdens lengste undersjøiske tunnel, verdens første flytebru uten sideforankring, og Norges lengste hengebru.

GJEMNESSUNDBRUA går i retning Molde og Ålesund. Den 1257 meter lange brua har et hovedspenn på 623 meter. Seilingshøyden er 43 meter.

BERGSØYSUNDBRUA blir overvåket 24 timer i døgnet for å registrere lekkasjer i flyteelementene, tidevann og bevegelser i brua. Riksantikvaren fredet anlegget i 2008.



HÅHOLMEN. FOTO: GRETE KONGSHAUG / STATENS VEGVESEN



FOTO: HÅHOLMEN

HÅHOLMEN ► Det verneverdige fiskevær Håholmen i Hustadvika var møtested for fiskere, sjømenn, kremmere og reisende i mange hundre år. Håholmen har vært klippfiskevær siden begynnelsen av 1700-tallet. I 1898 kjøpte familien til eventyreren Ragnar Thorset stedet. Her var det drift fram til 1960-tallet. I 1989 overtok Kari og Ragnar Thorset det gamle fiskevær.

På utsiden av øya er det rett ut i storhavet. På innsida er en vakker naturhavn godt skjermet mot vær og vind. En reise til Håholmen er en reise tilbake i norsk kysthistorie helt tilbake i vikingtiden.



HÅHOLMEN. FOTO: GRETE KONGSHAUG / STATENS VEGVESEN

NASJONALE TURISTVEGER tar vegfarende ut på reise langs de vakreste vegene i Norge. Statens vegvesen har siden 1990-tallet jobbet med å tilrettelegge for opplevelser langs 18 utvalgte veger. Her kan turistene oppleve det beste av norsk natur sett fra bilvinduet. På tilrettelagte stoppesteder har vegvesenet sluppet til norske arkitekter med spektakulære utsiktspunkter og dristige rasteplasser som resultat. Nasjonale turistveger byr også på små steder med forsiktig tilrettelegging.

Langs Nasjonal turistveg Atlanterhavsvegen kan reisende oppleve storhavet på orkesterplass. Vegen ble i 2005 kåret til århundrets byggverk. Anlegget består av åtte bruer og går fra øy til øy til holme, vegen ble åpnet i 1989.



STORSEISUNDBRUA, NASJONAL TURISTVEG ATLANTERHAVSVEGEN.
FOTO: JARLE WÆHLER / STATENS VEGVESEN

SPONSORER

- ▶ Nynäs
- ▶ Arstec (amin)
- ▶ Akzo Nobel (amin)
- ▶ Brøste
- ▶ Arcon (fiber)
- ▶ Tensor
- ▶ KoLo-Veidekke
- ▶ NCC
- ▶ Lemminkäinen
- ▶ Skanska
- ▶ Oslo Vei
- ▶ Normann Olsen
- ▶ Abas
- ▶ Wirtgen
- ▶ VTI
- ▶ SINTEF
- ▶ ViaNova
- ▶ NVF Sentralt



ATLANTERHAVSVEGEN. FOTO: HARALD MOWINCKEL



Årsmøteagenda 6. juni 2011

08.30	Åpning av møtet, Lotte R. Josephsen Kort presentasjon av nye medlemmer	
08.45	Forskerkonkurransen, intro, Lars Forsten	5 min
	FoU-projekt Island, Erla Maria Hauksdóttir	20 min
	FoU-projekt Danmark, Lykke Møller Iversen	20 min
	FoU-projekt Norge, Magnus Weydahl	20 min
09.50	Pause	
10.00	FoU-projekt Sverige, Erik Oscarsson	20 min
	FoU-projekt Finland, Markus Simonen	20 min
10.40	Kaffe	
11.00	Hovedemne Gjenbruk, intro, Henrik Sjöholm	10 min
	Norge, KFA-ordningen, Eirik Wulvik	10 min
	Sverige, asfaltåtervinning, Torbjörn Jacobsson	10 min
	Danmark, spesielle krav, Lotte R. Josephsen	10 min
	Finland, insitu metoder + litt om finske normer, Lars Forsten	10 min
	Island, statusrapport, Lars Peter Jensen	10 min
	Færøyene, oppstart av gjenbruk, Torkil Olsen	10 min
12.15	Lunsj og avstemning	
13.15	Hovedemne Gjenbruk gruppearbeid, intro, Roar Telle	15 min
13.30	Gruppearbeid inkl. pause, 6 grupper	75 min
14.45	Presentasjon og diskusjon av gruppenes besvarelser	60 min
15.45	Avslutning og informasjon	
16.00	Slutt	

Møteleder: Jostein Aksnes
Gruppearbeidsleder: Roar

Deltakere på årsmøtet 2011

Norge

Medlem			Ledsager	
Fornavn	Etternavn	Arbeidsgiver	Fornavn	Etternavn
Roar	Telle	Lemminkainen		
Jostein	Aksnes	Statens vegvesen	Eli	Krokstad
Geir Roar	Berg	NCC		
Bjørn Ove	Lerfald	Veidekke		
Eirik	Wulvik	Veiteknisk institutt		
Thor Asbjørn	Lunaas	Statens vegvesen	Eli	Grut
Carl	Thodesen	Sintef	Bridget	Thodesen
Grethe	Asmundsen	Mesta	Jim Reidar	Brynjulfsen
Torgrim	Dahl	Statens vegvesen	Berit	Hvoslef Dahl
Jarle	Gehrken	Skanska		
Jon Borge	Finset	Nynäs		
Eivind Olav	Andersen	Veidekke		
Magnus	Weydahl	NTNU	Sara Elisabeth	Medina

Finland

Medlem			Ledsager	
Fornavn	Etternavn	Arbeidsgiver	Fornavn	Etternavn
Lars	Forsten	Lemminkäinen Infra Oy	Karola	Forsten
Terhi	Pellinen	Aalto universitet		
Timo	Blomberg	Nynas Oy	Tarja	Blomberg
Juha	Äijö	Rambøll	Helena	Äijö
Markus	Simonen	Aalto universitet		

Færøyene

Medlem			Ledsager	
Fornavn	Etternavn	Arbeidsgiver	Fornavn	Etternavn
Torkil	Olsen	Landsverk		
Joannes Sigmundur	Jensen	Torshavn kommune		

Danmark

Medlem			Ledsager	
Fornavn	Etternavn	Arbeidsgiver	Fornavn	Etternavn
Lotte Regel	Josephsen	Lemminkainen	Jørgen	Nielsen
Ernst	Nielsen	Vejdirektoratet		
Svend	Petersen	Cowi	Jytte Gellert	Petersen
Steen	Larsen	Slagelse kommune		
Jette	Bork	Sønderborg kommune		
Marianne	Würtz	Inreco A/S		
Lykke	Møller Iversen	Vejdirektoratet		

Island

Medlem			Ledsager	
Fornavn	Etternavn	Arbeidsgiver	Fornavn	Etternavn
Halldór	Torfason	HÖFDI	Védís	Stefánsdóttir
Ingvi	Árnason	Vegagerðin	Ása Helga	Halldórsdóttir
Lars Peter	Jensen	Colas	Jona	Thorsdottir
Petur	Petursson	Innovation Center Iceland	Dora Kristin	Bjornsdottir
Baldur	Einarsson	Malbikunarstodin Hofdi hf	Steinunn	Knútsdóttir
Erla Maria	Hauksdottir	Innovation Center Iceland		

Sverige

Medlem			Ledsager	
Fornavn	Etternavn	Arbeidsgiver	Fornavn	Etternavn
Henrik	Sjøholm	Skanska		
Sven	Fahlstrøm	Nynas AB	Gunilla	Fahlstrøm
Åke	Sandin	Gøteborg stad		
Thorsten	Nordgren	Trafikverket	Sol-Britt	Nordgren
Mansour	Ahadi	Svevia AB		
Bjørn	Kalman	VTI	Eva-Lotta	Kalman
Mats	Wendel	Trafikverket		
Torbjørn	Jacobson	Trafikverket	Britt-Louise	Carlehed
Erik	Oscarsson	Skanska		

NVF
Vejdirektoratet
Niels Juels Gade 13
Postboks 9018
DK-1022 København K
Danmark
Telefon +45 7244 33 33 telefax +45 33 32 98 30
E-post: nvf@vd.dk

NVF
c/o Vägförvaltningen
Postbox 33
FIN-00521 Helsingfors
Finland
Telefon +358 204 22 2575 telefax +358 204 22 2471
E-post: nvf@finnra.fi

NVF
c/o Landsverk
Box 78
FO-110 Torshavn
Færøerne
Telefon +298 340 800 telefax +298 340 801
E-post: lv@lv.fo

NVF
c/o Vegagerdin
Borgartun 7
IS-105 Reykjavik
Island
Telefon +354 522 1000 telefax +354 522 1009
E-post: nvf@vegagerdin.is

NVF
c/o Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
NO-0033 Oslo
Norge
Telefon +47 22 07 38 37 telefax +47 22 07 37 68
E-post: publvd@vegvesen.no

NVF
c/o Trafikverket
SE-781 87 Borlänge
Sverige
Telefon +46 243 757 27 telefax +46 243 757 73
E-post: nvf@trafikverket.se

NVF-rapporterna kan beställas via respektive lands sekretariat per telefon, fax, e-post eller post. Se kontaktuppgifterna på näst sista sidan.
En uppdaterad rapportförteckning finns på förbundets nordiska hemsida, <http://www.nvfnorden.org>.