



Funksjonskontrakter

Rapport fra årsmøte for utvalg Belegninger i Trondheim, Norge
17.-19. juni 2007



Belegninger

Samensatt og redigert av:

Jostein Aksnes, Norge

Tittel:

Funksjonskontrakter

Serie:

NVF-rapporter

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

Sammendrag

Årsmøtet startet med nettverksseminar første dag. Hensikten med dette var å gjøre medlemmene bedre kjent med hverandre på tvers av landegrensene. Opplegget var nøyte planlagt av norsk formann og sekretær, og gikk ut på korte, tidsbegrensede samtaler mellom to medlemmer fra forskjellige land. Det ble tatt notater og etterpå fikk hvert enkelt medlem i oppgave å presentere en av sine samtalepartnere for resten av forsamlingen. Nettverksseminaret fungerte meget bra og tilbakemeldingene var udelt positive!

Hovedemnet for årsmøtet var **funksjonskontrakter** for vegbelegninger. Temaet ble også videreført som et prosjekt fram mot Via Nordica kongressen i Helsinki 2008. Arbeidet med hovedemnet startet i 2007 med en spørreundersøkelse for å frambringe en grunnleggende oversikt over hvilke kontraktsformer som har vært i bruk og erfaring med disse i de nordiske land. Svarene fra spørreundersøkelsen ble behandlet og dokumentert i en samlet rapport som ble presentert på årsmøtet. I tillegg ble det utarbeidet landsvise rapporter som ligger som vedlegg til samlерappen.

På møtet ble det også vist et eksempel/case fra hvert av landene Sverige, Danmark, Finland og Norge på bruk og erfaring med funksjonskontrakt, og vi fikk innblikk i hvordan funksjonskontrakter er implementert i land utenfor norden gjennom gjesteforedrag av Ragnar Evensen, ViaNova Plan og Trafikk AS. Hovedemnet ble avslutningsvis drøftet gjennom en paneldebatt med forberedte spørsmål.

I den årlige nordiske forskerkonkurransen hadde vi deltakere fra Sverige, Finland, Danmark, Island og Norge. Etter avstemning i de ulike medlemsutvalgene gikk 2007-prisen til Nils Ryden fra Sverige med tema "Funktionell kvalitetsvurdering med lydvalg". Nils Ryden presenterte sitt doktorandprosjekt som omhandlet en nyutviklet, nondestruktiv testmetode for vegkonstruksjoner basert på tolkning av bølgeforplantning (seismikk). Metoden gjør det mulig å måle stivhet og tykkelse av ulike lag i vegoverbygningen uten uttak av prøver. Prisen ble utdelt under festmiddagen på Rica Nicelven hotell etter møtet.

På årsmøtets siste dag sto som vanlig teknisk tur på programmet. Vi besøkte først Statoils forskningsenter i Trondheim og fikk her et historisk foredrag av Per Kotte om "Det norske oljeeventyret". Deretter gikk bussen i retning sør-vest til Løkken Verk og besøk på Orkla industrimuseum. På vei tilbake fra Løkken tok vi den gamle museumsjernbanen Thamshavnbanen til Bårdshaug.

Det var til sammen 49 deltakere og 26 ledsagere samlet på årsmøtet 2007.

Summary

The first day of the annual meeting started with a networking seminar. The purpose of the seminar was to provide an opportunity for the members to get better acquainted with each other across the national boundaries. The seminar was thoroughly planned by the Norwegian chairman and secretary. Short, time-limited conversations between two members from different countries were taking place. Notes were taken, and afterwards each member had to present one conversation partner for the rest of the meeting. The networking seminar was very successful and the feedback was clearly positive!

The main topic of the annual meeting was **Performance based paving contracts**. Work on this topic was also continued as a project towards the 2008 ViaNordica congress in Helsinki. The work on the main topic started in 2007 with a survey aimed at producing a basic overview of different contract types that have been in use, and experience with these in the Nordic countries. The responses to the survey were discussed and documented in a main report which was presented at the annual meeting. In addition, short national reports were produced from each country. These were submitted as attachments to the main report.

At the meeting, cases from each of the countries Sweden, Denmark, Finland and Norway on the use and experience with performance based paving contracts were presented. Additionally, an insight into how these contract types are implemented in countries outside the Nordic region was gained through a guest lecture given by Ragnar Evensen, ViaNova Plan and Traffic AS. Finally, panel discussion with prepared questions was conducted on the main topic.

In the annual Nordic research competition we had participants from Sweden, Finland, Denmark, Iceland and Norway. After voting within the different national committees, the 2007-award went to Nils Ryden from Sweden. His research topic was "Functional quality evaluation by wave propagation". Nils Ryden presented his doctoral project dealing with a newly developed, non-destructive test method for pavements based on the interpretation of wave propagation (seismic). The method makes it possible to measure the stiffness and thickness of various layers in pavement without taking samples. The award was presented during a dinner at Rica Nidelven hotel after the meeting.

As usual, a technical tour was arranged on the last day of the annual meeting. First we visited the Statoil research centre in Trondheim and here we got a historical lecture by Per Kotte on "The Norwegian oil adventure". After this, the bus took us in south-west direction to Løkken Verk and to a visit at the Orkla industrial museum. On our way back from Løkken we took the old museum railway Thamshavnbanen to Bårdshaug.

The 2007 annual meeting gathered a total of 49 participants and 26 accompanying persons.

BRUK AV OG ERFARINGER MED FUNKSJONSBASERTE ASFALKONTRAKTER I NORDEN (pr 2007)

Kontoradresse	Postadresse	Telefon	Telefax	Telex	Postgirokontonr.	Bankkontonr.
Brynsengfare 6B	c/o Vegdirektoratet Postboks 8142 Dep. 0033 OSLO	22 07 35 00	22 07 32 65	21 542	0825 0409541	6049.05.23858

INNHold

side

1	INNLEDNING	3
2	SPØRREUNDERSØKELSE ("Questionnaire")	4
3	RESULTATER – SAMMENDRAG	5
3.1	Hva forstår man med funksjonskontrakter i DK/SE/FI/NO/IS?	5
3.2	Hvilke funksjonsegenskaper og funksjonsparametere blir vektlagt for asfaltarbeider?	6
3.3	Hvilket system har man for måling/registrering/oppfølging av disse funksjonsparametere?	7
3.4	Hvilken varighet har man for funksjonskontrakter for vedlikehold (underhåll)?	8
3.5	Hva slags kriterier er bestemmende for tildeling av funksjonskontraktene?	8
3.6	Hvilke systemer for betaling og hvilke ordninger for bonus/trekk benyttes?	9
3.7	Hvilket omfang har funksjonskontrakter rukket å få i DK/SE/FI/NO/IS pr 2007?	9
3.8	Hva slags veier/prosjekter omfattes av funksjonskontrakter/ serviceavtaler?	10
3.9	Hva er strategien i DK/SE/FI/NO/IS videre når det gjelder bruk av funksjonskontrakter?	10
3.10	Liste over aktuelle rapporter om dette temaet fra DK/SE/FI/NO/IS	10

Vedlegg: Landsvise rapporter – svar på spørreundersøkelsen:

- Danmark
- Sverige
- Finland
- Norge
- Island

1 INNLEDNING

Funksjonskontrakter er valgt som hovedemne for NVF Utvalg 33 i 2007. Temaet er også definert som et prosjekt fram mot kongressen Via Nordica i Helsinki 2008.

Arbeidet med dette hovedemnet/prosjektet startet i 2007 med en spørreundersøkelse (questionnaire) for å frambringe en grunnleggende oversikt over bruken av funksjonskontrakter i de nordiske land. Denne innledende oversikten (som vi her har kalt fase I) vil kunne danne basis for en mer detaljert studie senere rundt erfaringer, resultater osv (fase II).

Denne foreliggende rapporten viser resultatene fra fase 1. Rapporten er bygd opp med en enkel samlet oversikt i tabell-form, og med mer utfyllende landsvise rapporter som vedlegg.

Spørreundersøkelsen og den landsvise rapporteringen har blitt utført av en arbeidsgruppe oppnevnt av NVF 33. Arbeidsgruppen har hatt følgende sammensetning:

Torgrim Dahl (NO), leder
Dan Marquart (DK)
Svend Petersen (DK)
Kenneth Olsson (SE)
Katri Eskola (FI)
Sigursteinn Hjartarson (IS)
Joralf Aurstad (NO), sekretær

2 SPØRREUNDERSØKELSE ("Questionnaire")

Som en innledning (fase 1) ble alle land bedt om å innhente grunnleggende informasjon om bruk av funksjonskontrakter for asfaltarbeider (nordisk "state-of-the-art").

Som hjelp til dette ble det utarbeidet et spørreskjema med følgende spørsmål:

- 1 Hva forstår man med funksjonskontrakter i DK/SE/FI/NO/IS? (*Ikke sikkert at vi legger samme betydning i dette i alle landene?*)
- 2 Hvilke funksjonsegenskaper og funksjonsparametere blir vektlagt for asfaltarbeider?
- 3 Hva slags system for og omfang av oppfølging har man for disse parameterne (hvilke målinger og registreringer utføres og hvordan blir dette brukt)?
- 4 Vis/beskriv typisk utforming av en funksjonskontrakt for asfaltarbeider i DK/SE/FI/NO/IS
- 5 Hva slags kriterier er bestemmende for tildeling av funksjonskontrakter?
- 6 Beskriv litt nærmere hva slags oppgjørssystem/betalingsystem/-mekanismer (bonus, trekk) som blir brukt?
- 7 Hvilket omfang har funksjonskontrakter i DK/SE/FI/NO/IS pr 2007 (antall år man har hatt et slikt system, antall kontrakter etc)?
- 8 Bruker man funksjonskontrakter på både nye anlegg/nybygd veg og på reasfaltert gammel veg/dekkefornyning?
- 9 Hva er strategien i DK/SE/FI/NO/IS videre når det gjelder bruk av funksjonskontrakter?
- 10 List aktuelle rapporter om dette temaet fra DK/SE/FI/NO/IS

3 RESULTATER – SAMMENDRAG

Status for de enkelte land er oppsummert i dette kapitlet. Man har valgt litt forskjellig form på tilbakemeldingene, slik at det i tabellene er litt ulike typer angivelser. Dette er delvis utdypet med kommentarer/fotnoter. For øvrig henvises det til vedleggsdelen for mer detaljert informasjon, der er svarene på spørreundersøkelsen gjengitt i sin helhet for hvert enkelt land.

NB! Islands besvarelser reflekterer synspunkter, de har ingen nyere egne erfaringer med funksjonskontrakter. Det er i parenteser angitt hva man tenker seg kunne være situasjonen i fall funksjonskontrakter tas i bruk i Island.

3.1 Hva forstår man med funksjonskontrakter i DK/SE/FI/NO/IS?

Danmark:

- 1) Strekningsentrepriser: Entreprenøren velger belægningstype og-mængde samt garanteret levetid. Alle vedligeholdelsesomkostninger i den garanterede levetid skal være indeholdt i tilbudsprisen og udvælgelse af entreprenør sker på basis af laveste årlige omkostning.
- 2) Vegnett kommuner: Kontrakterne er alene baseret på tilstandskrav og funktionskrav.

Sverige:

- 1) Val av funktionsbaserad beläggning där krav på funktionella egenskaper hos *beläggningslager* bestäms av beställaren. Med beläggningslager menas färdig beläggning utlagd på väg.
- 2) Val av funktionsbaserad beläggning där krav på *vägytan* över en bestämd tidsperiod bestäms av beställaren. Med vägyta avses den erhållna ytan efter arbetets färdigställande.

Finland:

- 1) I beläggningsunderhåll-entreprenader med funktionskrav ansvarar entreprenören för produktens (beläggningsens) funktion ända till garantitidens slut. Funktion bevisas med resultaten av vägytemätningar och/eller laboratorietest.
- 2) I beläggningsunderhåll-serviceavtal med funktionskrav ansvarar entreprenören för produktens (beläggningsens) funktion ända till avtaltidens slut. Val av beläggningsåtgärder och deras datering bestäms av entreprenören. Funktion bevisas med resultaten av vägytemätningar.

Norge:

I en funksjonskontrakt beskriver oppdragsgiver hvordan ett eller flere elementer i vegsystemet til enhver tid skal framstå for vegbrukerne. Utførende forplikter seg gjennom slike kontrakter til å oppfylle de angitte krav over en angitt tidsperiode.

Island:

En adopteret vej(strækning) hvor der stilles nybygningskrav og (nedre) grænse for akseptabel tilstand, samt vurdering af restkvalitet ved kontraktens udløb.

3.2 Hvilke funksjonsegenskaper og funksjonsparametere blir vektlagt for asfaltarbeider?

	DK	SE	FI	NO	IS
Krav til vegoverflaten:					
Jevnhet, tvers (spor, spordybde)	X	X	1a, 2	X	(x)
Jevnhet, langsgående (IRI)	X	X	1, 2	X	(x)
Tverrfall, avrenning	X	X	1, 2	X	(x)
Friksjon	X	X	1, 2	X	
Lystekniske egenskaper	X				(x)
Tekstur	X	X	2		
Homogenitet	X	X			(x)
Skader (hull, sprekker, stenslipp etc)	X	X	1, 2	X	(x)
Akustiske egenskaper (støy/buller)			1		
Heft til underliggende lag				X	
Funksjonsrelaterte krav (til asfalten):					
Slitasje/ nötning (f eks Prall)		X	1b		(x)
Deformasjon (f eks dynamisk kryp)		X	1b		
Stivhet/lastfordeling (f eks dynamisk E-modul)		X			
Vannfølsomhet/bestandighet (f eks ITSR)		X			
Fryse/tö i salt vatten					(x)

Kommentarer til tabell:

Det er her forsøkt å skille på det som gjelder krav til den rene vegoverflaten og det som gjelder krav til asfaltmaterialet.

Sverige skiller mellom *Funksjonskrav belegning* - *Funksjonskrav overflate/vegyta*

Danmark skiller mellom *Funksjonskrav* – *Tilstandskrav*

Finland: 1 = beläggningsunderhåll-entreprenader med funksjonskrav;

1a = funktion bevisas med resultaten av vägytemätningar ELLER

1b = funktion bevisas med resultaten av PRALL- och Dynamisk kryp test

2 = beläggningsunderhåll-serviceavtal med tillståndskrav

3.3 Hvilket system har man for måling/registrering/oppfølging av disse funksjonsparameterne?

	DK	SE	FI	NO	IS
Krav til vegoverflaten:					
Jevnhet, tvers (spor, spordybde)	2-4 år	Måtbil, RST	1a, 2	Pr. år	(X, laser)
	Efter behov				
Jevnhet, langsgående (IRI)	2-4 år	Måtbil, RST	1,2	Pr. år	(X, IRI)
	Efter behov				
Tverrfall, avrenning	2-4 år	Måtbil, RST	1,2	initieil	(X, ny-bygging)
	Efter behov				
Friksjon	2-4 år	Vid behov, måtbil	1,2	Ved behov	
	Efter behov				
Lystekniske egenskaper	Efter behov	-			(Visuell bedømning)
	Efter behov				
Tekstur	-	Vid behov, sandpach el måtbil	2		
	Hvert 3. år				
Homogenitet	Årlig	Värme-kamera, Georadar, DOR			(Visuell bedømning, borrhår)
	Hvert 3. år				
Skader (hull, sprekker, stenslipp etc)	Årlig	okulært	1, 2*	Ved behov, min hvert 2. år	(PMS, visuell bedømning)
	Hvert 3. år				
Akustiske egenskaper (støy/buller)		-	1*		
Heft til underliggende lag				Ved behov, min hvert 2. år	
Reparasjoner (lapper)	Årligt	-			
	-				
Funksjonsrelaterte krav (til asfalten):					
Slitasje/ nötning (f eks Prall)		1/20000 m2	1b		(Måle spor med laser)
Deformasjon (f eks dynamisk kryp)		1/40000 m2	1b		
Stivhet/lastfordeling (f eks dynamisk E-modul)		1/40000 m2			
Vannfølsomhet/bestandighet (f eks ITSr)		1/8000 tonn			
Fryse/tö i salt vatten					(Enligt EN 1367-1)

Kommentarer til tabell:

DK; to systemer, øverste for strekningsentrepriser og nederste for kommunale vegnett.

FI; 1 = bevisas från ny beläggning, 1a = vägytemätningar från nybeläggning och i slutet av garantitiden (3 år), 1b = PRALL- och Dynamisk kryp test (ny beläggning), 1* = CPX mätning (1 år), 2 = Tillståndet rapporteras med vägytemätningar årligen, 2* = potthål och sprickor rapporteras en gång i veckan.

3.4 Hvilken varighet har man for funksjonskontrakter for vedlikehold (underhåll)?

Kontraktperiode/ garantitid	DK	SE	FI	NO	IS
0 – 5 år		-	1	X	
5 – 10 år		Nästan 100 %		X	
10 – 15 år	X	-	2		
> 15 år	(x)	-			

Kommentarer til tabell:

FI; 1 = beläggningsunderhåll-entreprenader med funksjonskrav, garantitid är 2 år (1b) eller 3 år (1a).

2 = beläggningsunderhåll-serviceavtal 10 -12 år

3.5 Hva slags kriterier er bestemmende for tildeling av funksjonskontraktene?

	DK	SE	FI	NO	IS
Firmakvalifisering		Alltid	X	(X)	((x))
Laveste anbudspris		Vanligast	1b, 2		(X)
Laveste årskostnad (ut fra beregnet levetid)	X	Fåtal prosjekt	1a	X	((x))
Andre parametere (kvalitetssikring, miljøhensyn, tekniske løsninger etc)		Fåtal prosjekt	2		

Kommentarer til tabell:

FI: X = behørighetsvillkor; kvalitetssystem och kompetensbevis godkännt av tredje part krävs

1a = lägsta årskostnad baserar sig på utlovat livslängd av beläggningen

1b = funksjon bevisas med laborietestresultaten

2 = I serviceavtal lägsta pris ELLER lägsta jämförelsepris (inkl. poängsättning)

3.6 Hvilke systemer for betaling og hvilke ordninger for bonus/trekk benyttes?

	DK	SE	FI	NO	IS
Betaling i takt med utført arbeid	X X	Flertalet prosjekt	1		
Årlig betalingsplan (fordelt over kontraktstiden)	- X	Några prosjekt	2		(X)
Betaling av hele beløpet i år 1 (bonus eller trekk på senere tidspunkt)		Vanligaste betalnings- sättet		X	
Bonus-system?	(X) -	Ja, spårdjup	1a	X	(X)
Trekk(viten)-system?		Ja, spårdjup	1, 2	X	(X)
Väghyra ("Lane rental")	X -	Har förekommit på vissa objekt			((X))

Kommentarer til tabell:

DK; to systemer, øverste for strekningsentrepriser og nederste for kommunale vegnett.

FI; 1 = belägningsunderhåll-entreprenader med funktionskrav, garantitid är 2 år (1b) eller 3 år (1a).

2 = belägningsunderhåll-serviceavtal 10 -12 år

3.7 Hvilket omfang har funksjonskontrakter rukket å få i DK/SE/FI/NO/IS pr 2007?

	DK	SE	FI	NO	IS
Startår for funksjonskontrakter	1998 ?	År 2000 i større skala	2002	2005	
Antall kontrakter (fra startår til 2007)	44 19	150-200 st	12	7	
Antall serviceavtaler (2006-2007)			3		
Typisk størrelse for funksjons- kontrakt, km	7,5 km 150 km	5 - 20 km	20-100 km	6 – 15 km	
Typisk storlek for service- avtal, km			400-1100 km		
Typisk størrelse for funksjons- kontrakt, kostnad	3,45 mio euro 5,5 mio euro	3 - 8 milj kr	1 - 2 Meur	4 – 10 mill. NOK	
Storlek for serviceavtal, kostnad			28-39 Meur		
Total sum/anbud utdelt gjennom funksjons-kontrakter (fra startår til 2007)	21,5 mio euro 105 mio euro	700-1000 milj	17 Meur	30,9 mill. NOK	
Total sum anbud, serviceavtal (2006-2007)			72 Meur		

Kommentarer til tabell:

DK; to verdier er anført, øverste for strekningsentrepriser og nederste for kommunale vegnett.

3.8 Hva slags veger/prosjekter omfattes av funksjonskontrakter/serviceavtaler?

	DK	SE	FI	NO	IS
Nyanlegg/Investeringsprosjekter		Fåtal	1, 2	X	(X)
Vedlikehold (underhåll/repaving)	X	Vanligast	1, 2	X	
Enkeltstrekninger/parseller	X	-		X	
Områder, vegnett (kommuner, distrikter etc.)	X	Flertalet kommuner			

Kommentarer til tabell:

FI; 1 = funksjonskrav til belægning, 2 = tilstandskrav.

3.9 Hva er strategien i DK/SE/FI/NO/IS videre når det gjelder bruk av funksjonskontrakter?

Danmark: Ingen målsatt strategi

Sverige: Har definert mål:
2010 skall 30 % av underhållsbelägningarna vara upphandlade med funktionskrav.

Finland: Vägförvaltningen satsar för tillfället mycket starkt på att utveckla serviceavtal till beläggningsunderhåll.

Norge: Har definert følgende mål:
Vegnett med ÅDT > 5000: 50 % i 2012
Vegnett med ÅDT < 5000: 10 % i 2012

Island: Har foreløpig ingen strategi angående funktionskontrakter.

3.10 Liste over aktuelle rapporter om dette temaet fra DK/SE/FI/NO/IS

Danmark:

Sverige:

- *Anvisningar för upphandling av underhållsbelägningar med funktionskrav: Funktionsbeskrivning, mät- och ersättningsregler och kontraktshandlingar:* (Delprojekt 2 i FIA: Nils Ulmgren, Lennart Holmqvist, Henrik Sjöholm, Åke Sandin, Mats Wendel)
- *ATB Väg kap F*
- *Funktionsentreprenaden - Om styrning av vägprojekt på entreprenaden:* SBUF projekt 11380 samt 11 463, Mattias Haraldsson
- *Funktionskrav för kommunala underhållsbelägningar:* SBUF projekt Peter Ekdahl Ramboll

Finland:

- Mäkinen, S: Pilot Project of Lifetime Design of Asphalt Concrete in Finnish Road Administration, ICAP 2006, 10th International Conference on Asphalt Pavements 12.-17.8.2006

Andra rapporter har publicerat endast på finska.

Norge:

- Asfaltkontrakter med funksjonsansvar – Delrapport 1: Erfaringer Statens vegvesen Teknologiavdelingen 2005; Rapport nr 2390
- Asfaltkontrakter med funksjonsansvar – Delrapport 2: Utarbeidelse av nytt konkurransegrunnlag Statens vegvesen Teknologiavdelingen 2005; Rapport nr 2391

Begge disse rapportene er utarbeidet i Region øst i forbindelse med utvikling av ny funksjonskontrakt 2005.

Island:

VEDLEGG TIL

BRUK AV OG ERFARINGER MED FUNKSJONSBASERTE ASFALTKONTRAKTER I NORDEN (pr 2007)

LANDSVISE RAPPORTER, FASE I (grunnleggende informasjon)

- Danmark
- Sverige
- Finland
- Norge
- Island



DANMARK

A): Strækningse entrepriser

Hva forstår man med funksjonskontrakter i NO/SE/**DK**/FI/IS?

Omfatter entrepriser, hvor der på en given vejstrækning udbydes udlægning af nyt bære- og/eller slidlag. Entreprenøren vælger belægningstype og-mængde samt garanteret levetid. Alle vedligeholdelsesomkostninger i den garanterede levetid skal være indeholdt i tilbudsprisen og udvælgelse af entreprenør sker på basis af laveste årlige omkostning.

Hvilke funksjonsegenskaper og funksjonsparametere blir vektlagt for asfaltarbeider?

- Friktion
- JævnhedProfil (Sporkøring, tværfald, længdefald)
- Udseende
- Evt. Lystekniske egenskaber
- Evt. Bæreevne

og endelig

- Levetid (antal år)
- Tæthed og egnethed som underlag for nyt slidlag.

Hva slags system for og omfang av oppfølging har man for disse parameterne (hvilke målinger og registreringer utføres og hvordan blir dette brukt)?

- Entreprenøren afleverer dokumentation for anvendte materialer mv.
- Entreprenøren afleverer hvert år en tilstandsrapport med registrering af skader og udførte reparationer
- Bygherren foretager målinger af friktion og jævnhed med 4-5 års interval eller efter behov.

Vis/beskriv typisk utforming av en funksjonskontrakt for asfaltarbeider i NO/SE/**DK**/FI/IS

Kontrakten indeholder typisk:

ORIENTERING

BESTEMMELSER OM UDBUD OG TILBUD

SÆRLIGE BETINGELSER (SB-FUNK) 11

A. Aftalegrundlaget 11

B. Sikkerhedsstillelse og forsikring 13

<i>C. Entreprisens udførelse</i>	14
<i>D. Bygherrens betalingsforpligtelse</i>	17
<i>E. Tidsfristforlængelse og forsinkelse</i>	18
<i>F. Arbejdets aflevering</i>	18
<i>G. Mangler ved arbejdet</i>	19
<i>SÆRLIG ARBEJDSBESKRIVELSE (SAB-FUNK) –</i>	
<i>KØREBANEDELÆGNING</i>	21
<i>SÆRLIG ARBEJDSBESKRIVELSE (SAB-FUNK) –</i>	
<i>KØREBANEAFMÆRKNING</i>	22
<i>BILAG TIL UDBUDSMATERIALE 2001</i>	

Hva slags kriterier er bestemmende for tildeling av funksjonskontrakter?

Laveste årlige omkostning

Beskriv litt nærmere hva slags oppgjørssystem/betalingssystem/-mekanismer (bonus, trekk) som blir brukt?

Betaling sker i prinsippet fordelt over kontraktperioden, men i takt med de forventede ydelser

Der anvendes **bod** ved manglende overholdelse af funktionskravene, men hovedprinsippet er, at kravene er absolutte og mangler skal udbedres løbende. I nogle kontrakter er aftalt **bonus** for længere levetid, typisk svarende til 50% af den årlige omkostning

Hvilket omfang har funksjonskontrakter i NO/SE/**DK**/FI/IS pr 2007 (antall år man har hatt et slikt system, antall kontrakter etc)?

- 3 amter har indgået funktionskontrakter 1998-2005
- I alt 44 kontrakter til en samlet kontraktsum på 161 mio. Dkr.
- Samlet længde 332 km og areal på 2.7 mio. m²
- Kontraktlængder fra 12-18 år.

Bruker man funksjonskontrakter på både nye anlegg/nybygd veg og på reasfaltert gammel veg/dekkefornyning?

Alle kontrakter er gamle veje

Hva er strategien i NO/SE/**DK**/FI/IS videre når det gjelder bruk av funksjonskontrakter?

Strategien er *UDVIKLING* af en kontraktform, hvor ansvarsfordeling er klar og hensigtsmæssig og hvor der er stærke økonomiske incitamenter. Amterne i DK er nedlagt og der er ikke indgået entrepriseaftaler siden 2005.

List aktuelle rapporter om dette temaet fra NO/SE/**DK**/FI/IS

Der er ikke udarbejdet egentlige rapporter, men der er holdt en række indlæg på konferencer og skrevet flere artikler i Dansk Vejtidskrift mv.

B): Kommuneentrepriser

Hva forstår man med funktionskontrakter i NO/SE/**DK**/FI/IS?

Entrepriser, hvor entreprenøren i en kontraktperiode (typisk 15 år) har ansvar for vedligeholdelse/ forbedring af belægningsstandarden for et kommunalt vejnet.

Entreprenøren vælger belægningstyper og mængder.

Kontrakterne er alene baseret på tilstandskrav og funktionskrav.

Hvilke funktionssegenskaber og funktionsparametrene blir vektlagt for asfaltarbejder?

Funktionsegenskaber:

Krav til Friktion, Jævnhed, Profil (sporkøring, tværfald, længdefald)

Tilstandskrav:

Krav til omfanget af skader som f.eks. revner, stentab, slaghuller m.v.

Hva slags system for og omfang av oppfølging har man for disse parameterne (hvilke målinger og registreringer utføres og hvordan blir dette brukt)?

Hvert år gjennomgås en tredjedel af vejnettet, således at tilstanden af hele vejnettet bliver dækket ind hvert tredje år.

Dette sker ved visuel inspektion foretaget af tredje part og en tilstandsrapport udfyldes for hver strækning/parcel.

Her registreres omfanget af skadestyper (f.eks. revner, krakkeleringer, slaghuller, rivninger, stentab m.v.). Max. krav til skadesomfang for enkeltparceller og samling af parceller (opdelt i vedligeholdelses-niveauer) skal overholdes.

Manglende overholdelse udløser en økonomisk bød.

Vis/beskriv typisk utforming av en funktionskontrakt for asfaltarbejder i NO/SE/**DK**/FI/IS

Kontrakten indeholder typisk:

Særlige betingelser for xxx kommune:

Orientering

Bestemmelser om udbud og tilbud

Tilbudsgivning

Særlige betingelser:

Aftalegrundlaget

Sikkerhedsstillelse og forsikring

Entreprensens utførelse
 Byggherrens betalingsforpliktigelse
 Arbejdets aflevering
 Mangler ved arbeidet

Almindelige arbejdsbeskrivelser for vedligeholdelse af vejnettet i xxx kommune:

Alment
 Vedligeholdelse af kørebanelægning
 Vedligeholdelse af kørebaneafmærkning
 Vedligeholdelse af rabatter/brønde
 Dokumentation

For hver enkelt strækning/parcel er vedlagt en tilstandsrapport

Hva slags kriterier er bestemmende for tildeling av funksjonskontrakter?

Laveste årlige omkostninger

Beskriv litt nærmere hva slags oppgjørssystem/betalingssystem/-mekanismer (bonus, trekk) som blir brukt?

Eks. X års kontrakt:

Der udbetales årligt max. 1/X del af den samlede kontraktsum.

Der vil i de første 10 år max. blive udbetalt et beløb svarende til de dokumenterede ydelser og max. 1/X af kontraktsummen pr. år.

Forskelle mellem årlige dokumenterede ydelser og 1/X af kontraktsummen kan først udlignes efter det 10. år.

I de sidste X-10 år udbetales årligt 1/X af kontraktsummen.

Hvilket omfang har funksjonskontrakter i NO/SE/**DK**/FI/IS pr 2007 (antall år man har hatt et slikt system, antall kontrakter etc)?

Siden 2001 er der indgået kontrakter med 19 kommuner.

Totale kontraktsum: DKK 790 mio.

Total længde af strækninger: 3.350 km.

Bruker man funksjonskontrakter på både nye anlegg/nybygd veg og på reasfaltert gammel veg/dekkefornying?

Alle kontrakter er på gamle veje.

Hva er strategien i NO/SE/**DK**/FI/IS videre når det gjelder bruk av funksjonskontrakter?

Strategien er utvikling af kontraktformen, så den giver en klar og hensigtsmæssig ansvarsfordeling samt et stærkt økonomisk incitament.

List aktuelle rapporter om dette temaet fra NO/SE/**DK**/FI/IS

Der er ikke udarbejdet egentlige rapporter, men der er holdt en række indlæg på konferencer og skrevet flere artikler i fagblade m.v.



SVERIGE

Användning och erfarenheter av funktionsbaserade asfaltentreprenader i Sverige.

Frågor sammanställt av NVF33 Sverige inför
förundsutskottsmötet i Trondheim 2007:

Bo Sävinger
Kenneth Olsson
Mats Wendel
Torbjörn Jacobsson
Lennart Holmqvist
Sven Fahlström
Kristina Lundström
Thorsten Nordgren
Per Centrell
Jan-Erik Johansson
Tom Karlsson

Hur långt har man kommit med funktionskontrakt för asfaltentreprenader i Sverige?

I dagens regelverk ATB-Väg finns inskrivet i kapitel F att krav på beläggning kan ställas enligt 3 olika alternativ:

1. Val av standardbeläggning där krav på ingående material, sammansättning, utförande och kontroll bestäms av beställaren.
2. Val av funktionsbaserad beläggning där krav på funktionella egenskaper hos beläggningsslager bestäms av beställaren. Med beläggningsslager menas färdig beläggning utlagd på väg.
3. Val av funktionsbaserad beläggning där krav på vägytan över en bestämd tidsperiod bestäms av beställaren. Med vägyta avses den erhållna ytan efter arbetets färdigställande.

De två sista alternativen har börjat användas vid fler och fler tillfällen både hos Vägverket och Kommunerna. Ofta nämns det att funktionskontrakt ger en entreprenad som är 10-30 % billigare räknat på funktionstiden i jämförelse mot en traditionell utförandeentreprenad.

Vilka funktionsegenskaper och funktionsparametrar tar man hänsyn till i asfaltentreprenaderna?

1) Vid val av funktionsbaserad beläggning där krav på funktionella egenskaper ställs på de olika beläggningsslagren kan följande funktionsparametrar användas beroende på önskad funktion:

- Nötningsresistens (Prall)
- Deformationsresistens (Dynamisk kryptest)
- Styvhet
- Utmattningsmotstånd
- Vattenkänslighet (ITSR)

Entreprenaden utformas som en utförandeentreprenad där funktionskrav på beläggningsslager skall ställas tillsammans med utförandekrav på vägytan enligt normer.

2) Vid val av funktionsbaserad beläggning där krav på vägytan ställs över en bestämd tidsperiod kan följande parametrar ingå:

- Friktion
- Homogenitet
- Jämnhet i längsled och tvärlädd (spårddjup)
- Tvärfall
- Textur
- Stensläpp, sprickor mm

Upphandling på funktion hos färdig vägyta innebär att krav ställs på funktion hos vägytan under en längre tid. Krav ställs enbart på det utlagda lagret i form av ytegenskaper vid utförandet, under funktionstiden samt vid funktionstidens slut. Funktionstiden är normalt > 5 år där beställaren bestämmer nivåer på spårddjup, ojämnheter eller tvärfall vid funktionstidens slut.

Vilka system har man för uppföljning av funktionsparametrar och i vilken frekvens används de? (Vilka mätningar och registreringar utförs)?

1) Vid val av funktionsbaserad beläggning där krav på funktionella egenskaper ställs på de olika beläggningslagren används följande funktionsparametrar och frekvenser.

Nötningsresistens (Prall)

Kravnivån är beroende av den aktuella trafikmängden. Ju högre trafikmängd desto bättre Prall-värde (lägre). Borrkärnor tas ute på vägen med en frekvens av 1 prov för varje påbörjad yta om 20 000 m².

Deformationsresistens (Dynamisk kryptest)

Kravnivån är beroende av aktuell mängd tung trafik. Ju fler tunga fordon desto bättre deformationsresistens. Borrkärnor tas ute på vägen med en frekvens av 1 prov för varje påbörjad yta om 40 000 m².

Styvhet (Styvhetsmodul)

Krav på styvhetsmodul ställs vid tre olika temperaturer (+5, +10 samt +20 °C). Nivåerna är beroende av aktuell mängd tung trafik. Borrkärnor tas ute på vägen med en frekvens av 1 prov för varje påbörjad yta om 40 000 m².

Utmattningsmotstånd

Utmattningsmotstånd mäts med avseende på dragtöjning i microstrain på borrkärnor från väg. Nivåerna är beroende av aktuell mängd tung trafik. Utmattningsprovet genomförs en gång per asfältlager.

Vattenkänslighet

Vid undersökning av vattenkänslighet används metoden indirekt draghållfasthetsindex (ITSR). Kravet för samtliga lager är > 75 % på borrhärd från vägen. ITSR utförs för varje beläggningstyp där mängden överstiger 2000 ton och med frekvensen 1 prov / 8000 ton tillverkad mängd.

2) Vid val av funktionsbaserad beläggning där krav på vägytan ställs över en bestämd tidsperiod används följande funktionsparametrar och frekvenser:

Friktion

Medelvärdet av friktionstalet på en 20 meters sträcka skall vara större eller lika med 0,5. Friktionstalet bestäms med en mätbil (ex Saab frictionstester). Friktion mäts oftast bara om misstanke finns till dålig friktion på vägytan.

Homogenitet

Homogenitet kan mätas genom användning av kontinuerliga mätningar, t ex DOR, Georadar eller Termografi (värmekamera).

Jämnhet i tvärled och jämnhet samt tvärfall

Krav på jämnhet i längsled och tvärled ställs utifrån funktionstid, vägtyp, trafikdata och andra parametrar som beställaren anger i sin funktionsbeskrivning för det aktuella objektet. Kraven ställs oftast till funktionstidens slut. Mätningar utförs oftast med en mätbil typ RST.

Textur

Krav kan ställas enligt Sand Patch-metoden, Mean Profile Depth (MPD) mätt med mätbil eller annan likvärdig metod. Kravnivåerna ställs utifrån funktionstid, vägtyp, trafikdata och andra parametrar som beställaren anger i sin funktionsbeskrivning för det aktuella objektet. Mätningarna görs oftast bara vid behov.

Stensläpp

Stensläpp från beläggningen får ej förekomma under funktionstiden. Stensläpp bedöms oftast okulärt eller med mätning av vägytans makrotextur med mätbil.

Funktionskrav på vägyta ställs normalt vid alla tre skedena av en entreprenad: Krav efter utförande (slutbesiktning), krav under funktionstiden (garantitid) och krav vid funktionstidens slut (garantibesiktning).

Beskriv en typisk utformning av ett funktionskontrakt för asfalt.

Beskrivs i de övriga punkterna.

Vilka kriterier är gällande för tilldelningen av funktionskontrakt?

Lägsta pris med viss värdering av genomförande beskrivning är vanligast.

För vissa objekt har även mjuka parametrar tagits i beaktande. Ett exempel på ett sådant objekt var Väg 610 Brotorpet-Heagård norr om Halmstad. Där var anbudsvärderings-strategin pris kontra mjuka parametrar som viktades enligt följande:

- | | |
|-----------------------------------|------|
| • Funktionella/tekniska lösningar | 30 % |
| • Anbudspriset | 30 % |
| • Organisation och personal | 20 % |
| • Kvalitets- och miljösäkring | 10 % |
| • Referenser från tidigare objekt | 10 % |

Beskriv lite närmare vilka betalningssätt/ uppgörelser som används vid funktionsentreprenader?

Ett exempel på en underhållsbeläggning med funktionskrav på vägytan kan se ut enligt följande:

- Största tillåtna spår djup (mm) av medelvärdet på 20 meters sträckor mätt med RST-bil skall vara < 8 mm vid funktionstidens slut (7 år).
- Bonus erhålls med 10 kr/m² om spår djupet är < 6 mm på 95 % av 20 meters sträckorna för objektet.
- Avdrag görs med 10 kr/m² om spår djupet är > 8 mm på 40 % av 20 meters sträckorna för objektet.
- Överstiger spår djupet 8 mm på mer än 50 % av 20 meters sträckorna för objektet skall ett nytt slitlager påföras. Kostnaden för denna åtgärd fördelas 50 % står Entreprenören för och 50 % står beställaren för.

Oftast tillämpas också en väghyra från Vägverket om entreprenören behöver gå ut på vägen och utföra åtgärder under funktionstiden. Denna hyra har i ett flertal fall varit ca 20 000 kr/dag för motorvägar.

För underhållsbeläggningar med funktionskrav på asfaltlager regleras icke uppnådda kravnivåer med viten, t ex:

- Nötning: - Avvikelse på 2-4 enheter ger 5 % avdrag på a´priset
- Avvikelse på 4-12 enheter ger 20 % avdrag på a´priset

I vilken omfattning används funktionskontrakt under 2007 och hur har det sett ut innan?

Under 2000-2007 har 150-tal olika underhållsentreprenader i de olika vägverksregionerna kommit ut för upphandling med funktionskrav på vägyta. Här nedan namnges några av de asfaltentreprenader som upphandlats med funktionskrav mellan åren 2000-2007:

- Väg 610 Brotorpet-Heagård, funktionstid 7 år.
Bonus/Vite tillämpas.
- Väg 728 Björkedal-Allbäckshult, funktionstid 5 år.
Bonus/Vite tillämpas.
- E4 F-län Toftaholm - Gränna samt E4 E-län Gränna – Örsta
344 km, funktionstid 8 år. Krav på Spårdjup/IRI/Tvärfall.
Bonus/Vite tillämpas.
- E6 Arlöv-Alnarp, funktionstid 7 år. Bonus/Vite tillämpas.
- E4 Kronobergs län, funktionstid 8 år.
Krav på Spårdjup/IRI/Tvärfall. Bonus/Vite tillämpas.
- Rv 31 Öggestorp-Nässjö, funktionstid 7 år.
Krav på Spårdjup/IRI/Tvärfall. Bonus/Vite tillämpas.
- V156 Haratången – Lyckås i N-län.
Förstärkningsåtgärd på gammal belagd väg. Entreprenören står
för konstruktionen. Funktionstid 7 år.
Krav på Spårdjup/IRI/Tvärfall. Bonus/Vite tillämpas.

De fyra översta entreprenaderna finns att läsa om i *Funktionsentreprenaden -Om styrning av vägprojekt på entreprenaden*: SBUF projekt 11380 samt 11 463, Mattias Haraldsson.

I fallet med E4 så innehåller entreprenaderna en betalplan som säger att man får betalt 1/8 av entreprenadsumman varje år oavsett när man sätter in åtgärderna för att upprätthålla kraven på vägytan.

Använder man sig av funktionskontrakt vid både nybyggnation och underhåll av gamla vägar och hur ser strategin ut i framtiden?

För underhållsbeläggningar inom Vägverket används funktionskontrakt i alla 7 regionerna i Sverige men med mycket olika frekvenser. Tendensen är att det ökar.

Målsättningen för Vägverket är att 2010 skall 30 % av underhållsentreprenaderna vara upphandlade med funktion.

Vid nybyggnation är andelen totalentreprenader idag ca 5 %. Vägverket har som målsättning att till 2010 skall 50 % av nybyggnationerna upphandlas som totalentreprenader i olika former.

Lista upp aktuella rapporter om ämnet funktionskontrakt.

- *Anvisningar för upphandling av underhållsbeläggningar med funktionskrav: Funktionsbeskrivning, mät- och ersättningsregler och kontraktshandlingar: (Delprojekt 2 i FIA: Nils Ulmgren, Lennart Holmqvist, Henrik Sjöholm, Åke Sandin, Mats Wendel.)*
- *ATB Väg kap F*
- *Funktionsentreprenaden -Om styrning av vägprojekt på entreprenaden: SBUF projekt 11380 samt 11 463, Mattias Haraldsson*
- *Funktionskrav för kommunala underhållsbeläggningar, SBUF projekt Peter Ekdahl Ramboll.*



FINLAND

Asfaltentreprenader baserade på funktionskrav. Finska erfarenheter

Vad är en entreprenad, som baserar sig på funktionskrav ?

I den finska Vägförvaltningens entreprenader har man försökt öka entreprenörens ansvar för slutprodukts funktion, både i entreprenader som berör investeringsobjekt, beläggningsunderhåll och drift och underhåll.

I beläggningsunderhåll entreprenader med funktionskrav ansvarar entreprenören för produktens (beläggnings) funktion ända till garantitidens slut. Krav ställs huvudsakligen på slutprodukts funktion utan att beläggningsåtgärder bestäms. Åtgärdsbegränsningar kan dock ställas objektsvis. Tekniska krav ställs bara på egenskaper, vars funktion inte kan bestämmas under garantitiden. Entreprenören planerar själv produkten och beläggningsåtgärderna och påvisar produktens funktion.

I serviceavtal av beläggningsunderhåll med funktionskrav ansvarar entreprenören för beläggningsens funktion ända till avtalstidens slut. Funktionskrav är tillståndskrav.

De viktigaste funktionella egenskaperna och deras mätmetoder

I de asfaltentreprenader som berör beläggningsunderhåll läggs vikt på funktionsegenskaper och de parametrar som beskriver funktionen, på samma sätt, som i entreprenader som gäller investeringsobjektens nya beläggningar.

Uppställda krav och mätmetoder kan vara olika eftersom entreprenörens ansvar enbart gäller beläggningsen eller beläggningslagret. Kraven kan vara olika också beroende av längden på garantitiden. På Finlands högtrafikerade vägar ställs huvudsakligen krav på beläggningsens slitagebeständighet, medan man på de lågtrafikerade vägarna mest prioriterar motstånd mot skadebildning. Beläggningsens jämnhet blir desto viktigare egenskap ju mer trafikerad vägen är.

I entreprenader som gäller beläggningsunderhåll (nyasfaltering) har entreprenader med funktionsansvar hittills enbart utförts på högtrafikerade vägar. I dessa fall är de viktigaste funktionella egenskaperna, som det ställs krav på:

- Slitagebeständighet
- Deformationsbeständighet
- Längsgående jämnhet.

Längsgående jämnhet uppmäts alltid på väg, som IRI4 –värde, medan slitage- och deformationsegenskaperna har uppmätts eller värderats på följande sätt:

- Spårdjupet uppmäts i slutet av garantitiden (3-5 år.)
- Borrkärnor tas från beläggningen. Borrkärnorna slitagebeständighet och deformationsegenskaper bestäms. (garantitid 2 år.)
- Massaprov tas på asfaltverket. Massan komprimeras med ”gungvals” på laboratoriet. Ur beläggningsplattan borrar prov, vars slitage- och deformationsegenskaper bestäms. (garantitid 2 år.)
- Beläggningsens slitagehastighet beräknas utgående från asfaltmassans stenmaterials kulkvarnsvärde (garantitid 2 år.)

Då det gäller buller-reducerande beläggningar, ställs funktionskrav på bullerreducering (CPX), som mäts på 1 år gammal vägyta, och slitageegenskaper, vilka bestäms på beläggningsprover som framställts av massaprov i laboratoriet.

På det lågtrafikerade vägnätet har inte asfaltentreprenader med funktionsansvar ännu utförts, eftersom beläggningsens funktion är mycket beroende av underbyggnadens kondition och eftersom beläggningsens beständighet är svårbedömd både på väg och i laboratorium.

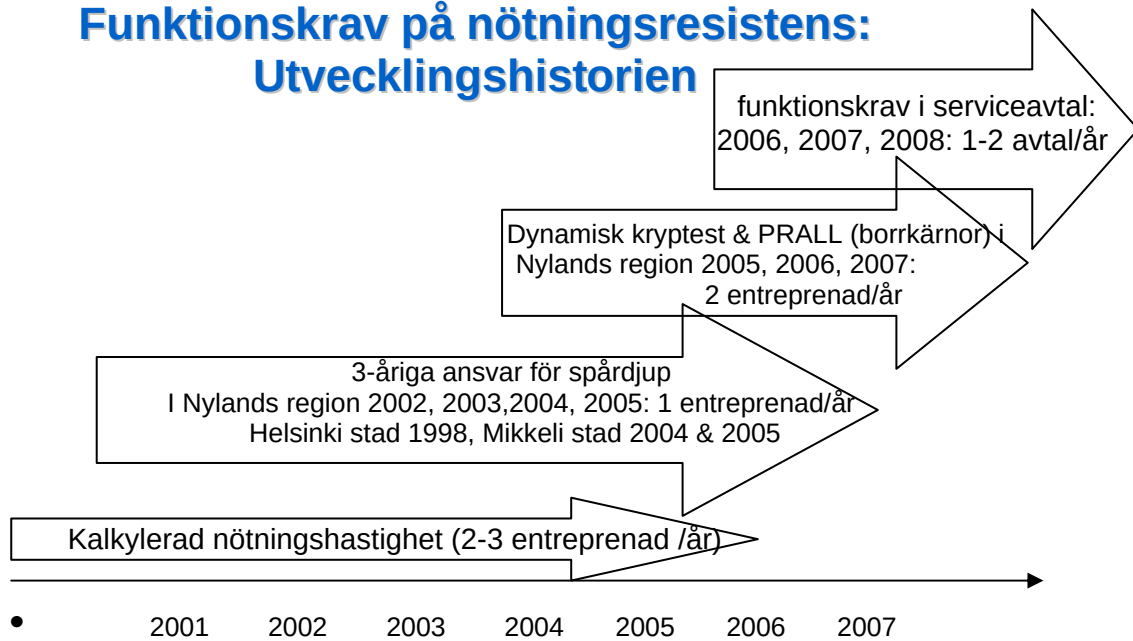
I serviceavtal för beläggningsunderhåll (på högtrafikerade vägar)

Funktionskrav för beläggningar / 100 m:

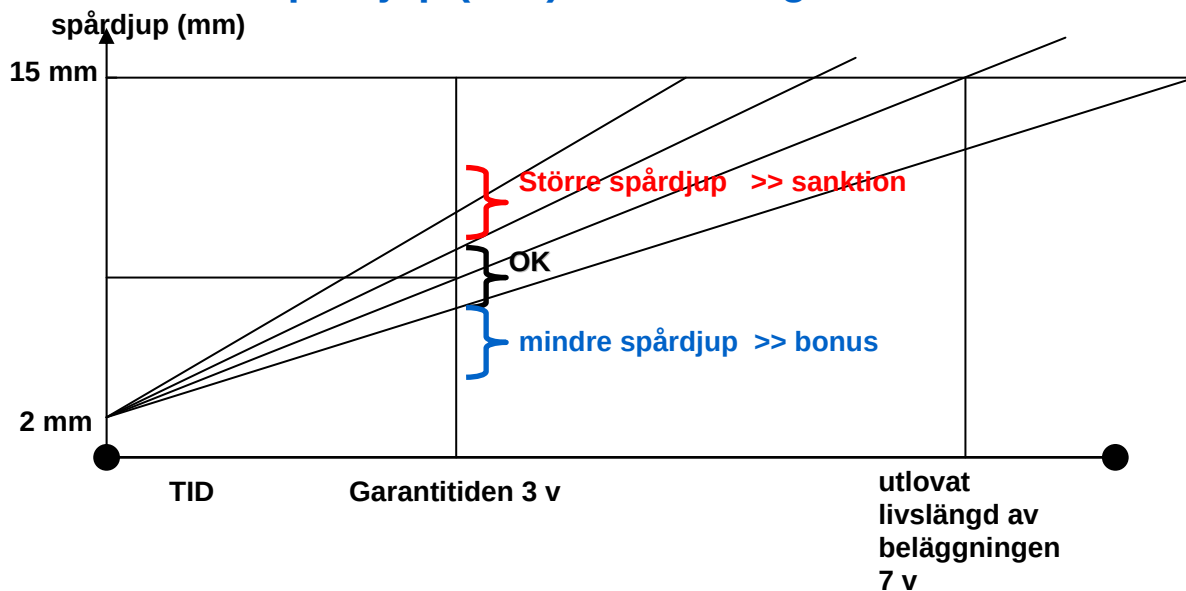
- Max. spårdjup (mm)
- IRI
- 10 m IRI
- RMS 100-500 mm
- Tvärfallet (får inte försämrats)

mäts på vägen årligen under avtalstiden 10 eller 12 år.

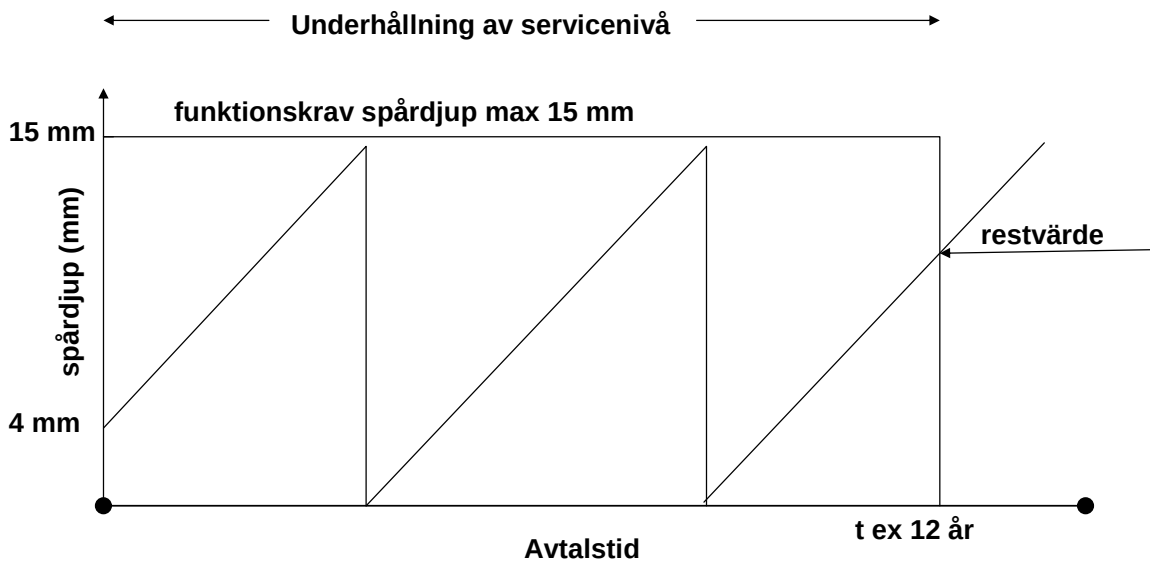
Funktionskrav på nötningsresistens: Utvecklingshistorien



Nötningsresistens på basen av vägytemätning: spårdjup (mm) i slutet av garantitiden



Funktionskrav i serviceavtal: Tillståndskrav till spårdjup



Tilldelningskriterie i entreprenader, som baserar sig på funktionskrav:

Vid bedömning av offerterna används i Finland

- "lägsta pris":
- "lägsta livslängdskostnader"
- "lägsta jämförelsepris": t ex poängsätts personalen, som används i entreprenaden, verksamhets- och kvalitetsplan samt de preliminära planerna.

Eftersom man i entreprenaderna, som gäller beläggningsunderhåll, redan länge krävt att offertgivarna har både kvalitetssystem och kompetensbevis, som godkänts av tredje part, har man inte i dessa entreprenader använt poängbedömning, trots att det varit fråga om entreprenader med funktionskrav. I dessa fall har entreprenaden bedömts antingen enligt "lägsta pris" eller enligt "lägsta livslängdskostnader". Ifall man använt poängbedömning, har man i allmänhet bedömt entreprenörens personal och dess verksamhets- och kvalitetsplans innehåll.

Betalningsmekanismerna i entreprenader, som baserar sig på funktionskrav:

Betalningsmekanismerna är beroende av avtalstyp. I entreprenader, där beställaren har beskrivit de objekt som skall återasfalteras, utförs betalningen då objektet eller delobjekt utförts. Det slutgiltiga priset bestäms efter uppföljningsmätningar, som görs då garantitiden tar slut (vanligen 3 år), varvid entreprenören antingen får böter eller bonus enligt det uppmätta spårjupet.

Vid serviceavtal, i vilka entreprenören själv väljer åtgärder och bestämmer tidtabeller, betalas årsavgifter, som är lika stora alla år. I de serviceavtal (pilotprojekt), som påbörjats, har kostnadsriskerna fördelats så att en del av avtalets pris har bundits till bitumenindex och en del till markbyggnadsindex. I serviceavtalen ges böter om inte den krävda kvalitetsnivån uppnåts. Bonus ges ej i serviceavtalen.

Funktionsentreprenader i Finland

Vägförvaltningen ställer funktionskrav på beläggningar både i investerings- och underhållsentreprenader. I de projekt som startar 2007, innehåller åtminstone ett investeringsprojekt förutom ny beläggning också ett 15-årigt ansvar för beläggningarnas underhåll och kondition.

I de 1-åriga entreprenader, som gäller beläggningsunderhåll och som startar 2007, ställs funktionskrav där det behövs god beständighet mot slitage, dvs på högtrafikerade vägar. I praktiken är det två entreprenader i Nylands vägdistikt. År 2006 startade ett och år 2007 startar två 10 eller 12-åriga serviceavtal, som gäller beläggningsunderhåll. Vägförvaltningen satsar för tillfället mycket starkt på att utveckla dessa så kallade långa serviceavtal. I dessa ställs kraven på vägnätets kondition, som uppmäts med moderna mätmetoder (servicenivåmätningar från mätbilar). Under de närmaste åren försöker vägförvaltningen konkurrensutsätta några sådana avtal per år, för att både entreprenörer och beställare skall få erfarenhet, kompetens, nya lösningar och önskat mervärde.

I några städer har man i enlighet med Vägförvaltningen också prövat på funktionskontrakter där spårbildningen efter tre år bestäms. Funktionskontrakt har inte blivit allmänna i städerna och i kommunerna. Bara några pilotprojekt har utförts i Finland under de senaste åren.

Rapporter angående entreprenader med funktionskrav har enbart gjorts på finska.



NORGE

1 Hva forstår man med funksjonskontrakter i **NO**/SE/DK/FI/IS?

Håndbok 246 pkt 64: I en funksjonskontrakt beskriver oppdragsgiver hvordan ett eller flere elementer i vegsystemet til enhver tid skal framstå for vegbrukerne. Det stilles kvalitetskrav til de ulike elementer som inngår i vegtrafikksystemet.

Typiske kvalitetskrav/ funksjonsegenskaper er spor, jevnhet, friksjon, tverrfall, tekstur, støyegenskaper.

Utførende forplikter seg gjennom slike kontrakter til å oppfylle de angitte krav over en angitt tidsperiode. Dersom forventet levetid på dekket er lengre enn det som vil være naturlig avtaletid, formuleres kontrakten slik at dekketilstanden ved avtaleperiodens utløp er på et nivå som gjør at forventet levetid kan anslås med en høy grad av sannsynlighet.

I funksjonskontrakten skal det gis forutsetninger med hensyn til trafikkbelastning, trafikkutvikling i avtaleperioden og andre påkjenninger på dekket som kan ha betydning for tilstandsutviklingen.

Entreprenøren må også få kjennskap til vegens historikk, dvs levealder på tidligere dekker, årsaker til dekkefornyelse, dekkeskader m m. Det er også viktig at styrken til overbygningskonstruksjonen er kjent slik at det ikke tilstandsutviklingen påvirkes av uforutsette deformasjoner i undergrunn eller forsterknings-/bærelag.

For asfaltdekker har vi erfaringer med følgende kontraktstyper med funksjonsansvar i Norge:

a) SPS-kontrakter: Dette er kontrakter med garanti knyttet til såkalt spesifikk piggdekkslitasje.

SPS = gram bortslitt asfalt pr km veg pr lett kjøretøy (personbil) med piggdekk på alle hjul.

Det overordnede funksjonskravet er altså relatert til slitasje fra vinterdekk (piggdekk), som kvantifiseres gjennom måling av sporareal med målebil (ultral lyd/laser) høst og vår. Kontraktsformen er best egnet på veger med høy trafikk og stor andel piggdekkbruk, dvs der piggdekkslitasjen overskygger andre skade- og nedbrytingsmekanismer.

Totalt 30 SPS-kontrakter 1989-1994

b) SUV-kontrakter: Her kombineres piggdekkslitasje og plastiske deformasjoner i såkalte sporutviklingskontrakter. Ved at både slitasje og deformasjon tas med gir dette for de fleste veger bedre samsvar med vegdekkets levetid (ivaretar sommerdeformasjoner etc).

Totalt 3 SUV-kontrakter 1995-2002

c) Forsterkningskontrakt med funksjonstid: Her er funksjonskrav over en 5 årsperiode tatt inn som del av forsterkningskontrakter. Kravene omfatter gjerne

spordybde, jevnhet/IRI, tverrfall men også friksjon, sprekker og slag hull.
Trekkegrer er knyttet til 100 m-strekninger målt etter 5 år.
Totalt 7 kontrakter 1994-2000

d) Funksjonkontrakt Region øst 2005; omtales nærmere i denne rapporten.

2 Hvilke funksjonsegenskaper og funksjonsparametere blir vektlagt for asfaltarbeider?

Konkurransegrunnlag – Asfaltdekker med funksjonsgrunnlag 2007:

Vedlikeholdsstandardens krav til vegdekker skal oppfylles i reklamasjonsperioden. Med reklamasjonsperioden menes den tidsperiode hvor entreprenøren står ansvarlig for vegdekkets funksjonsegenskaper etter nærmere angitte regler (2-7 år).

Kvalitetskravene omfatter alle sider ved asfaltdekkenes tekniske og funksjonelle egenskaper, med spesiell vekt på følgende forhold:

Parameter	Gyldighetsperiode	Beregningsenhet
Jevnhet i tverrprofilet	Hele reklamasjonsperioden	Delstrekning 1000 m
Jevnhet i lengdeprofilet, IRI	Initiell 90%-verdi	Delstrekning 1000 m
Jevnhet, rettholt	Initiell maksimalverdi	Hele arealet
Tverrfall	Evt. initielle krav	Middel pr 100 m
Friksjon	Hele reklamasjonsperioden	Middel pr 100 m
Hull i dekket	Hele reklamasjonsperioden	Hele arealet
Heft til underlaget	Hele reklamasjonsperioden	Kjørebanearealet

3 Hva slags system for og omfang av oppfølging har man for disse parameterne (hvilke målinger og registreringer utføres og hvordan blir dette brukt)?

Statens vegvesen måler normalt jevnhet på tvers (spor), langsgående jevnhet og tverrfall på alle riksveger minst en gang pr år. Dette gir datagrunnlaget for vurdering av vegens tilstand, herunder også evt bonus/trekk.

Nytt laserbasert registreringsutstyr (utprøving sommeren 2007) vil også gi detaljerte data om tekstur.

Friksjonsmålinger har ikke like stort omfang, men flere og flere vegstrekninger kartlegges også med tanke på (sommer)friksjon.

Følgende er sakset fra funksjonskontraktene inngått 2007:

Jevnhet i tverrprofilet, spor

Entreprenøren skal garantere 90%-verdier for jevnhet i tverrprofilet ved utløpet av reklamasjonsperioden. De garanterte verdier skal relateres til målinger av høyden på ryggen mellom hjulsporene, målt med Statens vegvesens målebil ALFRED eller tilsvarende. Målingene utføres og bekostes av Statens vegvesen.

Jevnhet i lengdeprofilet, IRI

Initialjevnheten, 90%-verdien pr beregningsenhet, middelverdier for tre parallelle målinger, skal oppfylle følgende krav:

Vegtype	ÅDT		
	0 - 1500	1501 - 5000	> 5000
Rv (riksveg)	2,8	2,5	2,3
Fv (fylkesveg)	3,7	3,3	3,0

Jevnhet, rettholt

Krav til initialjevnhet med 3,0 m rettholt er gitt av følgende tabell:

Krav relatert til	Massetype	Krav til jevnhet målt med 3 m rettholt	
		Stamveger	Øvrige veger
Alle ujevnheter unntatt endeskjøter	Varmer masser inkl. gjenbruk	< 4 mm	< 6 mm
Alle ujevnheter unntatt endeskjøter	Kalde masser inkl. kald gjenbruk	< 6 mm	< 8 mm
Endeskjøter	Alle	< 8 mm	< 8 mm

Langsgående kanter

Ved sammenhengende dekkelegging i full bredde skal kjørebane være uten langsgående kanter høyere enn 6 mm, eller som av andre grunner kan være trafikkfarlige.

Ved arbeider som ikke omfatter sammenhengende dekkelegging, f eks flatelapping, sporfylling eller fresing, skal kanthøyden ikke overstige 8 mm.

Tverrfall

Tverrfallet skal ikke være dårligere enn som på eksisterende veg.

Registrering av tverrfall utføres av statens vegvesen samtidig med måling av spor og jevnhet.

Friksjon

Krav til friksjon på bar veg er $\mu_{\text{maks}} > 0,40$ målt ved 60 km/t på vått dekke.

Krav til friksjon på bar veg er $\mu_{\text{maks}} > 0,50$ målt ved > 80 km/t på vått dekke.

Friksjon måles med ROAR eller tilsvarende utstyr. Kravene gjelder i hele reklamasjonsperioden. Kravene gjelder for en vilkårlig valgt delstrekning med lengde 100 m. Kravene gjelder middelverdier for tre parallellmålinger, målt i samme hjulspor.

Hull i dekket

Hull i asfaltdekket skal ikke forekomme i reklamasjonsperioden. Dårlig skjøt mellom utleggerdrag regnes som hull i dekket. For å bli regnet som hull, skal skadet areal være minst 200 cm² og største dybde være minst 20 mm.

Hull som kan være en fare for trafikanter og kjøretøy skal utbedres omgående. Hull som ikke er direkte trafikkfarlige skal repareres senest i løpet av:

Kjørebane	ÅDT $\leq$ 1500	1 uke
	ÅDT > 1500	3 dager
Skulder		1 uke

Heft til underlaget

Som en hovedregel gjelder at asfaltdekket alle steder skal ha god heft til underliggende asfalt. Manglende heft skal utbedres ved fjerning av masse, etterfulgt av fjerning av alt løst materiale, klebing og tilførsel av ny asfalt av god kvalitet med tilhørende komprimering. Ved utbedringen gjelder jevnhetskrav som ved legging av nytt dekke.

4 Vis/beskriv typisk utforming av en funksjonskontrakt for asfaltarbeider i **NO**/SE/DK/FI/IS

Den funksjonskontrakten vi bruker nå bygger på den ordinære reseptbaserte dekkekontrakten. Den vesentligste forskjellen er at funksjonskontrakten overlater til entreprenøren å foreslå dekketype. Byggherren bestemmer kontraktslengde, som fastsettes til ca. 60 % av forventet levetid. Det innhentes tilbud på pris og garantert spordybde ved kontraktstidens utløp. Bonus/trekk gjøres opp etter sportilstand ved kontraktstidens utløp.

(I Konkurranses grunnlaget er også angitt trekk for øvrige parametere, dette anvendes i mindre grad i praksis)

5 Hva slags kriterier er bestemmende for tildeling av funksjonskontrakter?

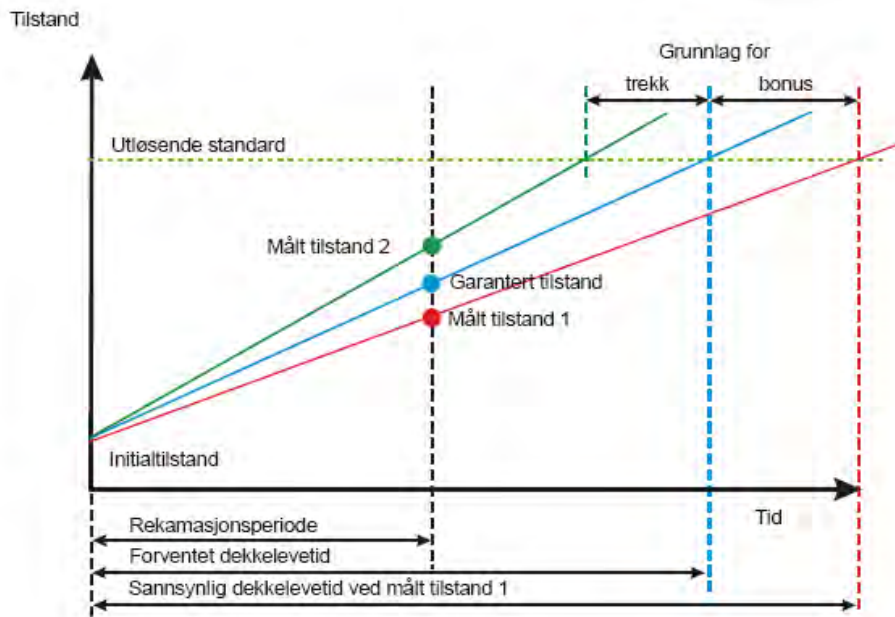
Tildeling av kontrakt skjer på grunnlag av tiltakets årlige kostnader for vegholder basert på forventede dekkelevetider

Ved beregning av årlige kostnader bestemmes forventet dekkelevetid ut fra tilbudets garanterte tilstand for spordybde ved utløpet av reklamasjonsperioden, initialspor og gjeldende vedlikeholdsstandard, Statens vegvesens Håndbok 111. En rente på 4 % skal benyttes. Unormalt høye årskostnader på grunn av særlig kort forventet dekketid, kan føre til avlysning av konkurransen.

6 Beskriv litt nærmere hva slags oppgjørssystem/betalingssystem/-mekanismer (bonus, trekk) som blir brukt?

Oppgjør for dekket er som i ordinær reseptkontrakt, pris pr. tonn for prosjektert mengde + 2 kg/m².

Bonus eller trekk beregnes og gjøres opp ved reklamasjonperiodens utløp, som er valgt av byggherren, og skal være ved ca. 60 % av forventet levetid. Jevnhet i tverrprofilen (spor) er eneste parameter for bonus /trekk.



- 7 Hvilket omfang har funksjonskontrakter i **NO/SE/DK/FI/IS** pr 2007 (antall år man har hatt et slikt system, antall kontrakter etc)?

Pr. nå er det i bruk én kontraktsform i Region øst, som ble utviklet 2004-2005.

Funksjonskontrakter Region øst 2005 – 2007:

	Veg	Strekning	Km	ÅDT	Kontrakts- lengde år	Kontraktssum Mill. kroner
2005	E18	Sandvika – Slependen 1 felt	2,9	75 000	4	0,6
	Rv 109	Sarpsborg - Fredrikstad	4,1	17 500	5	3,9
2006	E 6	Halmstad – Akershus gr. 2 felt	12,6	26 800	7	9,1
	E 18	Holmen –Bjørsvik 1 felt	3,5	75 000	5	1,1
2007	Rv 110	Strømshaug - Ørmen	5,7	9 000	7	4,6
	E 6	Akershus gr. – Bjørnheim bru 1 f	2,5	53 000	3	7,0
		Bjørnheim bru – bomstasj. 1 f	4,5	90 000	2	
	E18	Bjørsvik bru – Hagabakken 1 f	4,8	70 000	3	
		Asker – Buskerud gr. 1 f	3,2	40 000	4	
		Buskerud gr. – Asker 1 f	3,3	40 000	4	
	E 6	Gjøvik gr. – Lillehammer bru	9,6	11 000	6	4,6

På 1990-tallet var det en rekke funksjonskontrakter på asfaltdekker i Norge (se pkt 1). Fra 1989 til 1994 var det i alt 30 SPS-kontrakter (spesifikk piggdekkslitasje). 1995 – 2002 ble det inngått 3 SUV-kontrakter (sporutvikling helårs). To av disse er ikke oppgjort ennå. En tredje kontraktstype kalt Forsterkningskontrakt med funksjonskrav ble brukt i årene 1994 – 2000 på i alt 7 kontrakter. Se også rapport 2390 (pkt 10).

- 8 Bruker man funksjonskontrakter på både nye anlegg/nybygd veg og på reasfaltert gammel veg/dekkefornyning?

Én av kontraktene, E 6 Halmstad – Akershus.gr 2006, er på nybygd veg.

9 Hva er strategien i **NO**/SE/DK/FI/IS videre når det gjelder bruk av funksjonskontrakter?

I den nylig vedtatte byggherrestrategien for asfalt og vegoppmerking er det satt et mål for innføring av funksjonskontrakter som følger (målt som andel av årlig utlyst veglengde innenfor aktuell ÅDT-gruppe, samlet for riks- og fylkesveger):

Vegnett med ÅDT > 5000: 50 % i 2012

Vegnett med ÅDT < 5000: 10 % i 2012

Totalt vil dette utgjøre ca. 320 km riks- og fylkesveg pr år. Dette målet skal søkes nådd gjennom en gradvis innføring av funksjonskontrakter i henhold til en angitt tidsplan.

10 List aktuelle rapporter om dette temaet fra **NO**/SE/DK/FI/IS

- *Asfaltkontrakter med funksjonsansvar – Delrapport 1: Erfaringer*
Statens vegvesen Teknologiavdelingen 2005; Rapport nr 2390
- *Asfaltkontrakter med funksjonsansvar – Delrapport 2: Utarbeidelse av nytt konkurransegrunnlag*
Statens vegvesen Teknologiavdelingen 2005; Rapport nr 2391

Begge disse rapportene er utarbeidet i Region øst i forbindelse med utvikling av ny funksjonskontrakt 2005.



ISLAND

Der er ingen erfaring med funksjonskontrakter i islandsk Vejbygning. Det følgende er forestillinger om **hvordan man ville gjøre hvis** man hadde funksjonskontrakter igang.

Hva forstår man med funksjonskontrakter i NO/SE/DK/FI/**IS**?

En adopteret vej(strækning) hvor der stilles nybygningskrav og (nedre) grænse for akseptabel tilstand, samt vurdering af restkvalitet ved kontraktens udløb.

Hvilke funksjonsegenskaper og funksjonsparametere blir vektlagt for asfaltarbeider?

I isl. reseptudbud er hovedparametrene abrasjon/kulkvarnsværði (pigdækslitage).

Hva slags system for og omfang av oppfølging har man for disse parameterne (hvilke målinger og registreringer utføres og hvordan blir dette brukt)?

Ide om at:

Bruge skadesregistrering i PMS RoSy som bruges af det isl. Vejevæsen.

Profilmåling for hjulsporslitage m isl. profilometer (eller andet udstyr).

Vis/beskriv typisk utforming av en funksjonskontrakt for asfaltarbeider i NO/SE/DK/FI/**IS**

ingen erf.

Hva slags kriterier er bestemmende for tildeling av funksjonskontrakter?

ingen erf.

Beskriv litt nærmere hva slags oppgjørssystem/betalingsystem/-mekanismer (bonus, trekk) som blir brukt?

ingen erf.

Hvilket omfang har funksjonskontrakter i NO/SE/DK/FI/**IS** pr 2007 (antall år man har hatt et slikt system, antall kontrakter etc)?

ingen

Bruker man funksjonskontrakter på både nye anlegg/nybygd veg og på reasfaltert gammel veg/dekkefornyning?

Man har forestilling om at bruke funksjonskontrakter i nybygg såvel som vedligehold.

Hva er strategien i NO/SE/DK/FI/**IS** videre når det gjelder bruk av funksjonskontrakter?

Man har forestilling om at bruke funksjonskontrakter i nybygg såvel som vedligehold. (flere parametre end de rent asfaltteknologiske)

List aktuelle rapporter om dette temaet fra NO/SE/DK/FI/**IS**

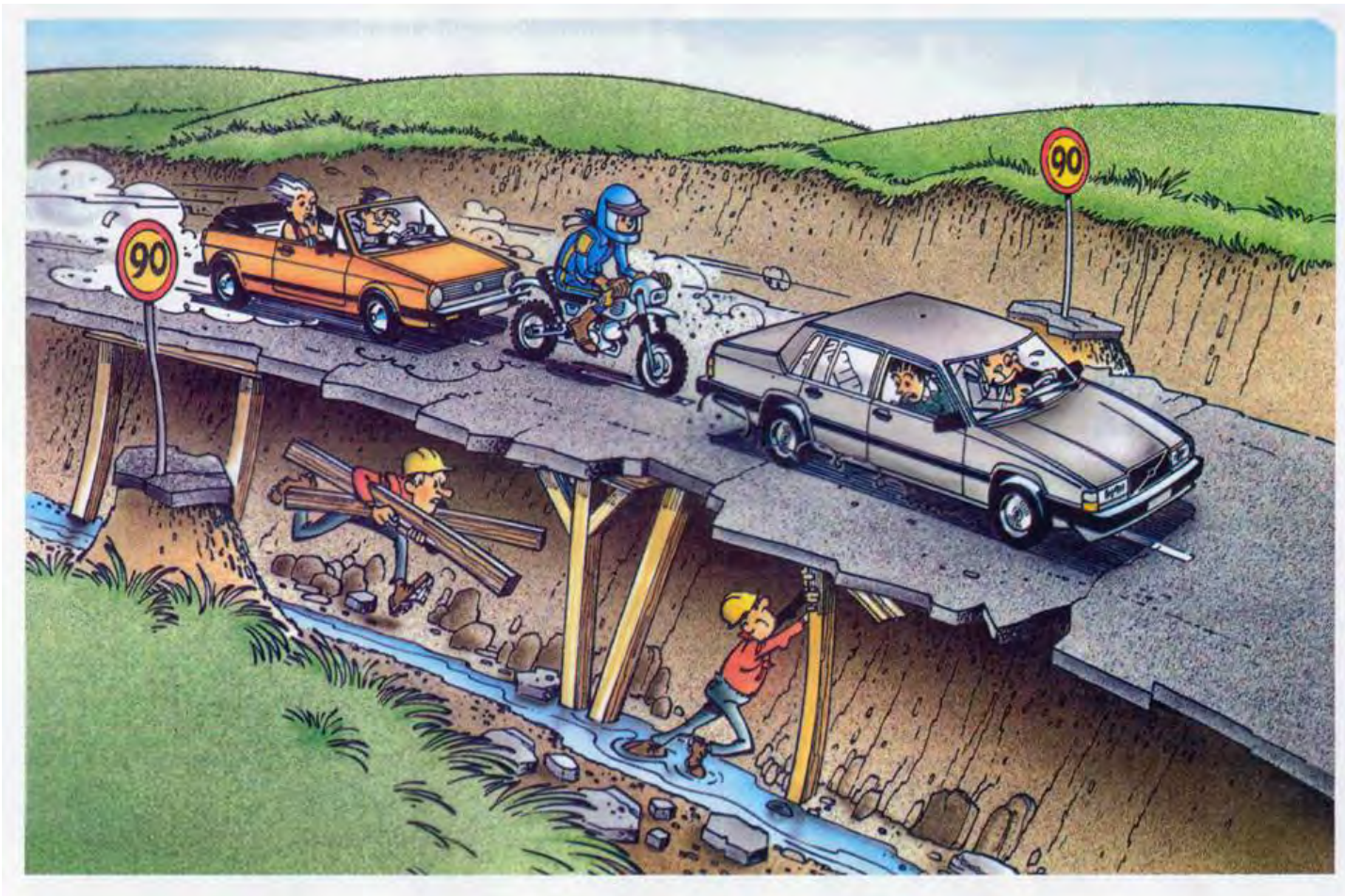
Der er ingen

NVF 33 Funksjonskontrakter

Trondheim 18.juni 2007

Torgrim Dahl,
arbeidsgruppens leder

Ny kontraktsform påkrevet !



Prosjektarbeid 2007-2008

- Arbeidet med dette hovedemnet/prosjektet startet i 2007 med en spørreundersøkelse (questionnaire) for å frambringe en grunnleggende oversikt over bruken av funksjonskontrakter i de nordiske land.
- Denne innledende oversikten vil kunne danne basis for en mer detaljert studie senere rundt erfaringer, resultater osv.

Arbeidsgruppen

- Dan Marquart (DK)
- Svend Petersen (DK)
- Kenneth Olsson (SE)
- Katri Eskola (FI)
- Sigursteinn Hjartarson (IS)
- Joralf Aurstad (NO), sekretær
- Torgrim Dahl (NO), leder

Definisjon (Fi)

I beläggningsunderhåll-serviceavtal med funksionskrav ansvarar entreprenören for produktens (beläggningsens) funktion ända till avtaltidens slut.

Val av beläggningsåtgärder och deras datering bestäms av entreprenören.

Funktion bevisas med resultatene av vägytemätningar.

Funksjonsparametere for asfaltarbeider - 1

Krav til vegoverflaten	DK	SE	FI	NO	IS
Jevnhet, tvers (spor, spordybde)	X	X	1a, 2	X	(x)
Jevnhet, langsgående (IRI)	X	X	1, 2	X	(x)
Tverrfall, avrenning	X	X	1, 2	X	(x)
Friksjon	X	X	1, 2	X	
Lystekniske egenskaper	X				(x)

Funksjonsparametere for asfaltarbeider - 2

Krav til vegoverflaten	DK	SE	FI	NO	IS
Tekstur	X	X	2		
Homogenitet	X	X			(x)
Skader (hull, sprekker, stenslipp etc)	X	X	1, 2	X	(x)
Akustiske egenskaper (støy/buller)			1		
Heft til underliggende lag				X	

System for måtning - 1

Krav til vegoverflaten:	DK	SE	FI	NO	IS
Jevnhet, tvers (spor, spordybde)	2-4 år	Mätbil, RST	1a, 2	Pr. år	(X, laser)
	Efter behov				
Jevnhet, langsgående (IRI)	2-4 år	Mätbil, RST	1,2	Pr. år	(X, IRI)
	Efter behov				
Tverrfall, avrenning	2-4 år	Mätbil, RST	1,2	initieell	(X, nybyggning)
	Efter behov				
Friksjon	2-4 år	Vid behov, mätbil	1,2	Ved behov	
	Efter behov				
Lystekniske egenskaper	Efter behov	-			(Visuell bedømming)

System for måtning - 2

Krav til vegoverflaten:	DK	SE	FI	NO	IS
Tekstur	-	Vid behov, sandpach el mätbil	2		
	Hvert 3. år				
Homogenitet	Årlig	Värme-kamera, Georadar, DOR			(Visuell bedömnin g, borrkärnor)
	Hvert 3. år				
Skader (hull, sprekker, stenslipp etc)	Årlig	okulärt	1, 2*	Ved behov, min hvert 2. år	(PMS, visuell bedömnin g)
	Hvert 3. år				
Akustiske egenskaper (støy/buller)		-	1*		
Heft til underliggende lag				Ved behov, min hvert 2. år	
Reparasjoner (lapper)	Årligt	-			

Varighet for funksjonskontrakter

Kontraksperiode/ garantitid	DK	SE	FI	NO	IS
0 – 5 år		-	1	X	
5 – 10 år		nästa n 100 %		X	
10 – 15 år	X	-	2		
> 15 år	(x)	-			

Tildelingskriterier for funksjonskontraktene

	DK	SE	FI	NO	IS
Firmakvalifisering		Alltid	X	(X)	((x))
Laveste anbudspris		Vanligast	1b, 2		(X)
Laveste årskostnad (ut fra beregnet levetid)	X	Fåtal projekt	1a	X	((x))
Andre parametere (kvalitetssikring, miljøhensyn, tekniske løsninger etc)		Fåtal projekt	2		

Systemer for betaling

	DK	SE	FI	NO	IS
Betaling i takt med utført arbeid	X	Flertalet projek t	1		
	X				
Årlig betalingsplan (fordelt over kontraktstiden)	-	Några projek t	2		(X)
	X				
Betaling av hele beløpet i år 1 (bonus eller trekk på senere tidspunkt)		Vanligaste betalni ngs- sättet		X	

Ordninger for bonus/trekk

	DK	SE	FI	NO	IS
Bonus-system?	(X)	Ja, spårdj up	1a	X	(X)
	-				
Trekk(viten)-system?		Ja, spårdj up	1, 2	X	(X)
Väghyra ("Lane rental")	X	Har föreko mmit på vissa objekt			((X))

Veger i funksjonskontr /serviceavtaler ?

	DK	SE	FI	NO	IS
Nyanlegg/Investeringsprosjekter		Fåtal	1, 2	X	(X)
Vedlikehold (underhåll/repaving)	X	Vanligast	1, 2	X	
Enkeltstrekninger/parseller	X	-		X	
Områder, vegnett (kommuner, distrikter etc.)	X	Flertallet kommuner			

Strategien videre for bruk av funksjonskontrakter

- **Danmark:** Ingen målsatt strategi
- **Sverige:** 2010 skall 30 % av underhållsbelägningarna vara upphandlade med funktionskrav.
- **Finland:** Vägförvaltningen satsar för tillfället mycket starkt på att utveckla serviceavtal till beläggningsunderhåll.
- **Norge:** Har definert følgende mål:
 - Vegnett med ÅDT > 5000: 50 % i 2012
 - Vegnett med ÅDT < 5000: 10 % i 2012
- **Island:** Har foreløpig ingen strategi angående funktionskontrakter.

Aktuelle rapporter om dette temaet fra SE

- *Anvisninger for upphandling av underhållsbeläggningar med funktionskrav: Funktionsbeskrivning, mät- och ersättningsregler och kontraktshandlingar: (Delprojekt 2 i FIA: Nils Ulmgren, Lennart Holmqvist, Henrik Sjöholm, Åke Sandin, Mats Wendel)*
- *ATB Väg kap F*
- *Funktionsentreprenaden - Om styrning av vägprojekt på entreprenaden:
SBUF projekt 11380 samt 11 463, Mattias Haraldsson*
- *Funktionskrav för kommunala underhållsbeläggningar:
SBUF projekt Peter Ekdahl Ramboll*

Aktuelle rapporter om dette temaet fra NO

- Asfaltkontrakter med funksjonsansvar – Delrapport 1:
Erfaringer
Statens vegvesen Teknologidepartementet 2005; Rapport nr 2390
- Asfaltkontrakter med funksjonsansvar – Delrapport 2:
Utarbeidelse av nytt konkurransegrunnlag
Statens vegvesen Teknologidepartementet 2005; Rapport nr 2391

Begge disse rapportene er utarbeidet i Region øst i forbindelse med utvikling av ny funksjonskontrakt 2005.

Aktuelle rapporter om dette temaet fra FI

- Mäkinen, S: Pilot Project of Lifetime Design of Asphalt Concrete in Finnish Road Administration, ICAP 2006, 10th International Conference on Asphalt Pavements 12.-17.8.2006
- Andra rapporter har publicerat endast på finska (!)

Finsk-svensk i Norge 2006



Funksjonskontrakter utenfor Norden

NVF Utvalg 33

Utvalgsmøtet 18. juni 2007 Trondheim

Ragnar Evensen

ViaNova Plan og Trafikk AS

Bakgrunn

FoU-prosjekt 062:2004

Asfaltkontrakter med funksjonsansvar

Statens vegvesen Region øst

Delrapport 1: Erfaringer

I hovedsak Norge og de øvrige nordiske land

En enkel gjennomgang av erfaringer fra noen andre land

USA

Canada

Australia

New Zealand

AUSTROADS Definisjoner

- **Performance Specification:** *A specification that describes how the end product should perform over time.*
- **Performance Contract:** *A contract that defines obligations and outcomes in terms of performance indicators for the product or service and that is of sufficient duration to enable measurement of the contractor's performance over time.*

Fra AUSTROADS publikasjon AP T25

Development of Performance Contracts and Specifications
2003

Noen varianter av terminologi

- Begrenset til vedlikeholdskontrakter med funksjonsansvar
 - ❖ **Performance Based Maintenance Contracts, PBMC**
 - ❖ **Warranty Contracts** (en type PMBC)
 - ❖ **Performance-Based Road Management and Maintenance Contracts**
 - ❖ **Pavement Performance Contract, PPC**
 - ❖ **Performance Specifications**
 - Highways Agency, UK
 - ❖ **Performance specified maintenance contracts, PSMC**
 - New Zealand, New South Wales, Canada
 - ❖ **Term Network Contracts, TNC**
 - Western Australia
 - ❖ **Pay for Performance**
 - Minnesota

Funksjonsrelaterte spesifikasjoner er ikke med

Hva med OPS, DCM, BOOT, PPP, DBOF, etc. etc?

- **Omfatter bygging og vedlikehold i gitt tidsperiode.**
 - ❖ Vedlikeholdsdelen har mange likhetspunkter med funksjonskontrakter inne drift og vedlikehold
- **Omfatter ofte en begrenset vegstrekning, sjelden et vegnett**
- **Entreprenøren kjenner "sin egen veg"**
- **Vedlikeholdsperioden er sammenlignbar med funksjonskontrakter.**
- **Omfatter normalt også en rekke driftsoppgaver, inkl. beredskap for akutte hendelser etc.**

De første kontrakter (ikke komplett)

- **1988: British Columbia (mest oppgave- og materialorientert)**
- **1990: Argentina (Contracts for rehabilitation and maintenance, CREMA), 10 000 + 10 000 km veg**
- **1990-årene: Uruguay, Brazil, Chile og Columbia**
- **1995: RTA, New South Wales, Australia, 459 km Sydney**
 - ❖ **entreprenøren Transfield og RTA hevder dette er den første reelle funksjonskontrakten**
- **1996: Main Roads Western Australia, MRWA**
- **1996: State of Virginia, USA**
- **1998: New Zealand**

Main Roads Western Australia, MRWA

Term Network Contract

- **1996: 7 kontrakter, 7000 km veg, kontraktstid 3 år**
- **1999: annen generasjons kontrakter, 8 kontrakter, 17 500 km veg (hele hovedvegnettet), kontraktstid 10 år.**
 - ❖ **6 funksjonskontrakter**
 - ❖ **2 hybridkontrakter (blandede, i spesielt uværsutsatte områder)**
 - ❖ **Anskaffelsesprosess i fem trinn**
 - **Prekvalifisering**
 - **Anmodning om tilbud**
 - **Identifisering av foretrukket tilbyder**
 - **Kontraktsforhandlinger**
 - **Tildeling av kontrakt**

Term Network Contract, forts

- **Road Maintenance Intervention Parameters, RMIP**
 - ❖ **Parametre med forutsigbar tilstandsutvikling**
 - Tiltak iverksettes før utløsende tilstand overskrides
 - ❖ **Parametre med ikke forutsigbar tilstandsutvikling**
 - Med øvre grenser for responstid ved overskridelse

- **Asset Condition Profile, ACP**
 - ❖ **Tilstandsprofil for bæreevne, jevnhet, spor, friksjon og tekstur**
 - For hver delstrekning: tre profiler
 - Initiell profil ved kontraktsstart
 - Worst case, skal aldri overskrides.
 - Target, minimumsprofil ved kontraktslutt

- **Key Performance Indicators, KPI**
 - ❖ **Ca. 20 nøkkelindikatorer pr kontrakt**

Term Network Contract, MRWA, Australia

➤ Kontraktene omfatter i hovedsak selve vegområdet (vegdekket, oppmerking, skilt)

❖ Long term road attributes

- Roughness
- Rutting
- Surface texture
- Skid resistance
- Pavement life (strength)

❖ Short term road attributes

- Response times to attend defects
- Response times to emergency situations
- Number or severity of potholes etc.
- Conditions of road furniture
- Reflectivity of signs and road markings
- Presence of litter
- Etc.

TNC Vedlikeholdsstandard (litt forenklet)

Parameter	Utløsende standard	Maks responstid
Jevnhet	NAASRA counts per km	6 måneder
Friksjon	Friksjonskrav kurver etc Friksjonskrav øvrige steder	6 måneder 6 måneder
Lokale skader	Trafikkfarlige Mindre trafikkfarlige	4 timer 1 uke – 3 mnd
Kantskader	Bredde > 10 cm	1 – 4 uker
Overflatevann	Vanndammer på dekket, skadelige for vegen Øvrige vanndammer Torvkanter	1 uke 1 måned 1 måned
Skilt (varsel og påbuds)	Lesbarhet Lesbarhet om natten Trafikkfarlige, skjeve stolper	4 timer 1 uke 4 timer
Søppel	Dyrekadavre Søppel større enn en sigarettpakke, synlig fra veg Annet søppel	1 dag 2 dager 3 måneder

Term Network Contract, forts II

➤ **Lessons learnt**

- ❖ Selve konkurransegrunnlaget har vært robust, har fanget de fleste situasjoner
- ❖ Vegholders datagrunnlag må gjøres lett tilgjengelig for entreprenørene.
- ❖ Utvikling av proprietære PM-systemer hos entreprenøren har vært tid- og ressurskrevende
- ❖ Entreprenøren undervurderte behovet for et grundig forarbeid
- ❖ Svært viktig å få etablert gode samarbeidsformer tidlig i prosessen
- ❖ MRWA undervurderte behovet for å ha personell med lang erfaring på kontrakten
- ❖ Operational Road Plan (ORP) for 10 år, med halvårlige revisjoner, har vært viktig
- ❖ Fleksibiliteten mht. økonomi har vært mindre enn forventet
- ❖ Kravene til friksjon har forårsaket hodebry
- ❖ Entreprenørenes etterlevelse av arbeidsmiljøkrav har vært svært god
- ❖ Svært positive tilbakemeldinger fra vegbrukerne

Warranty Specifications, USA

- "Waranty Specifications" definerer hva som er "good performance"
- 13 stater i USA oppgir at kontraktsformen anvendes for asfalt
 - ❖ NCHRP prosjekt 10-49 Improved Contracting Methods for Highway Construction
- Garantiperiode
 - ❖ En-dimensjonal (År)
 - ❖ To-dimensjonal (År og trafikkmengde)
 - ❖ Tre-dimensjonal (År, trafikkmengde, og kostnad)
 - ❖ Eksempler:
 - Ohio
 - 7 år eller 120% av dimensjonerende ESAL
 - Minnesota
 - 5 år eller 150% av dimensjonerende ESAL
 - New Mexico (44 prosjekter)
 - 20 år, 4,0 mill ESAL eller USD 110 mill
 - Virginia
 - 20 år, 12,5 mill ESAL eller USD 15 mill
 - Kan også bestemmes av entreprenøren (grense for tilstand er gitt)

Waranty Specifications, forts

➤ **Sikkerhetsstillelse, tre varianter**

- ❖ % av kontraktssum (fra 20 til 100%)
- ❖ Worst scenario utbedring (eks fresing + nytt dekke)
- ❖ Angitt fast beløp

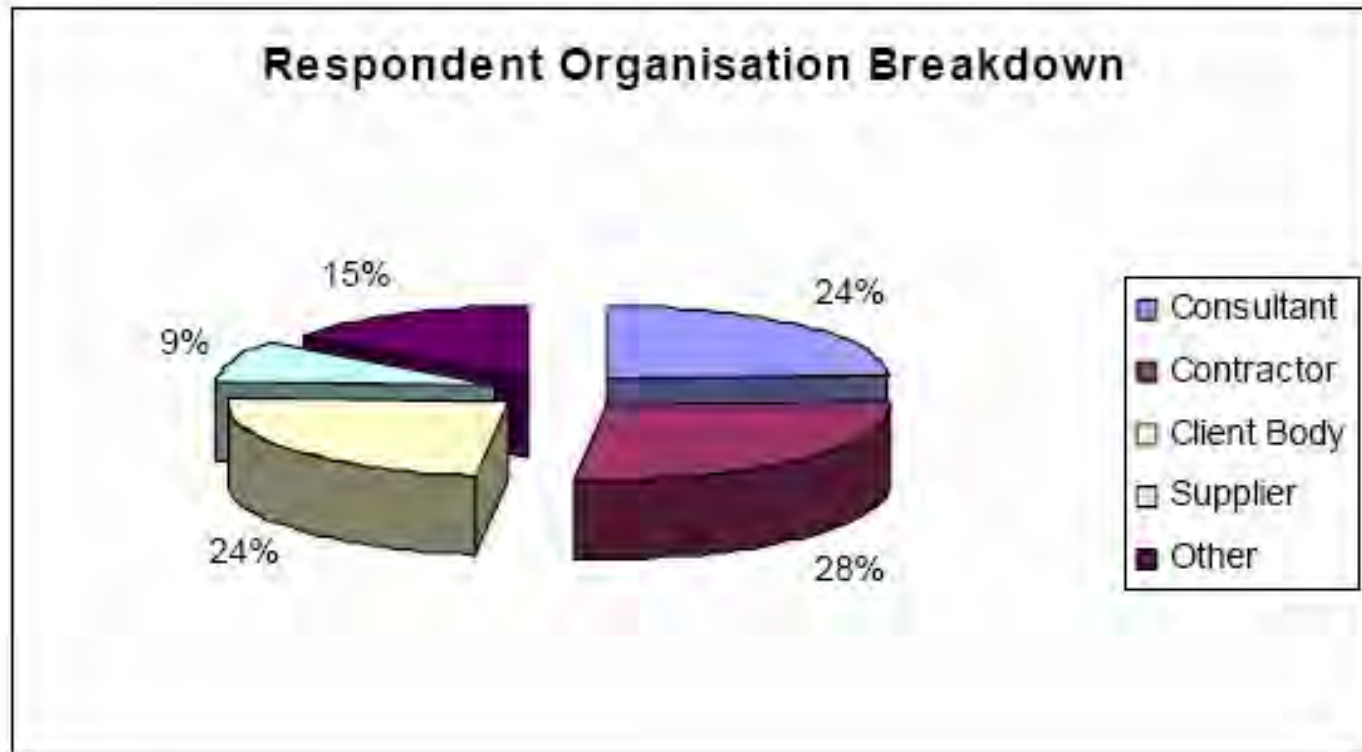
➤ **Performance Indicators**

- ❖ Spordybde
- ❖ Jevnhet IRI
- ❖ Sprekker (langsgående, tversgående, krakelering)
- ❖ Blødning
- ❖ Slaghull
- ❖ Overflateskader

➤ **Conflict Resolution Team**

- ❖ Anvendes av 12 stater
- ❖ Ofte 5 personer, hvorav hver part har to, femte velges i fellesskap

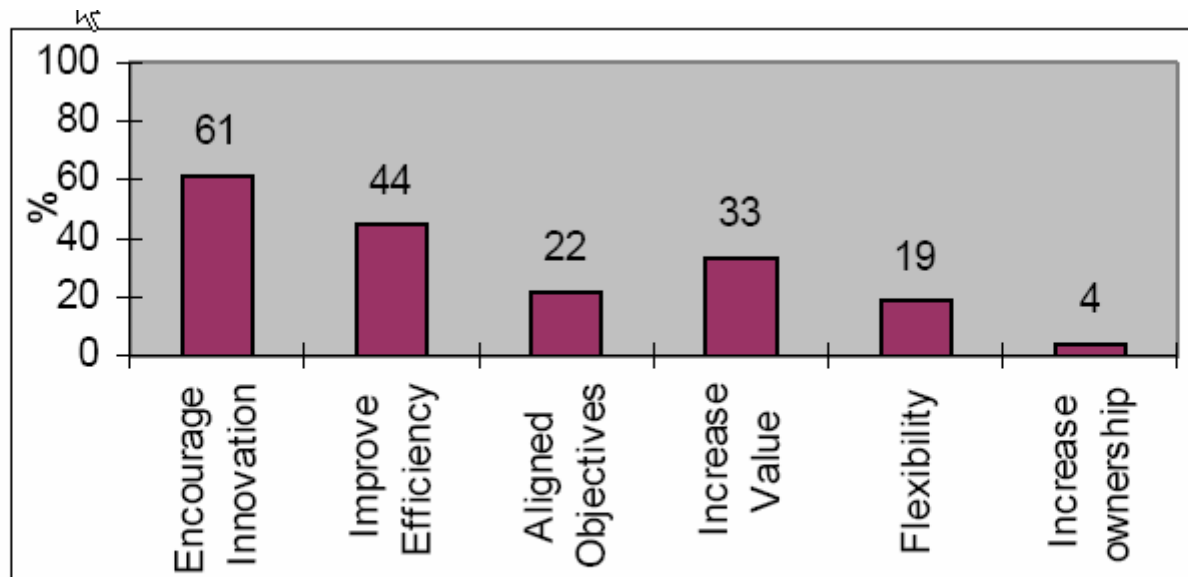
Highways Agency, England, 2003
Spørreundersøkelse om Performance Specifications
Svar fra i alt 54 firmaer, etater etc.



Andre inkluderer forskjellige typer vegbrukerorganisasjoner

Highways Agency 2003

Sannsynlig nytte av Performance Specifications

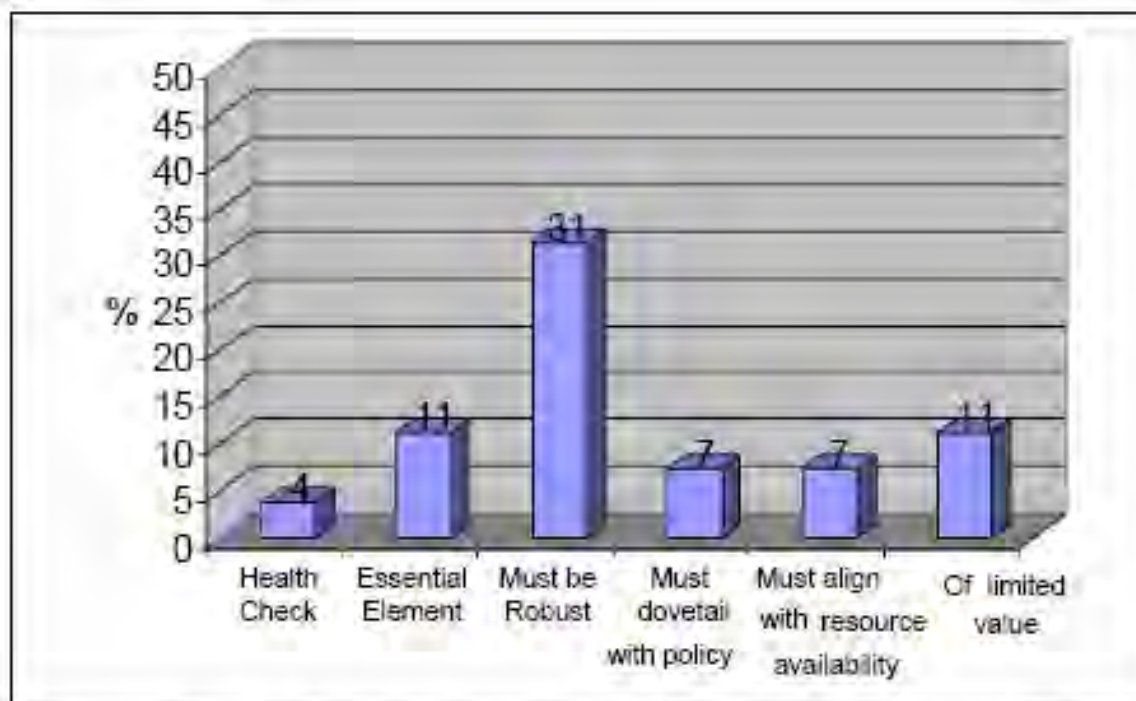


Percentage of All Organisations Listing Various Benefits (Base: All 54 Organisations)

Note: Percentages do not add up to 100% due to multiple and nil responses.

Highways Agency 2003

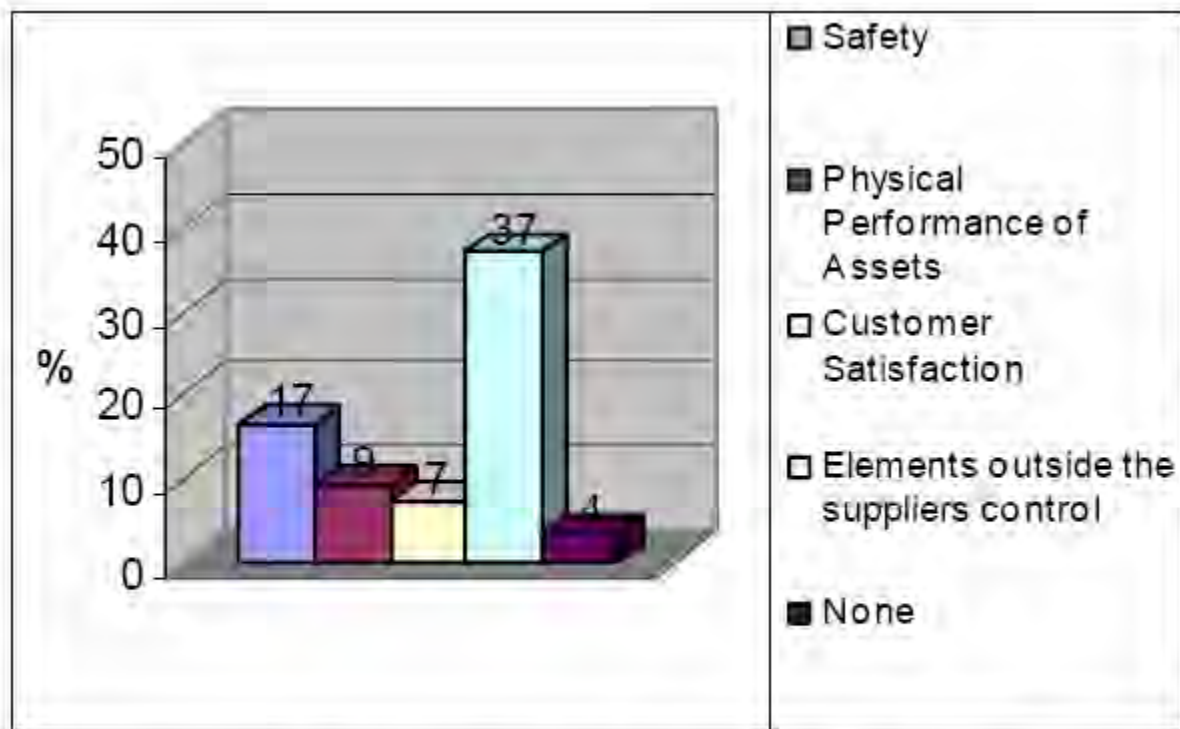
Krav til fremtidige nøkkelindikatorer



Percentage of All Respondents Giving Various Views on the Use of Future Looking Indicators (Base: 54 Respondents)

Highways Agency 2003

Parametrer som ikke bør inngå i funksjonskontrakter

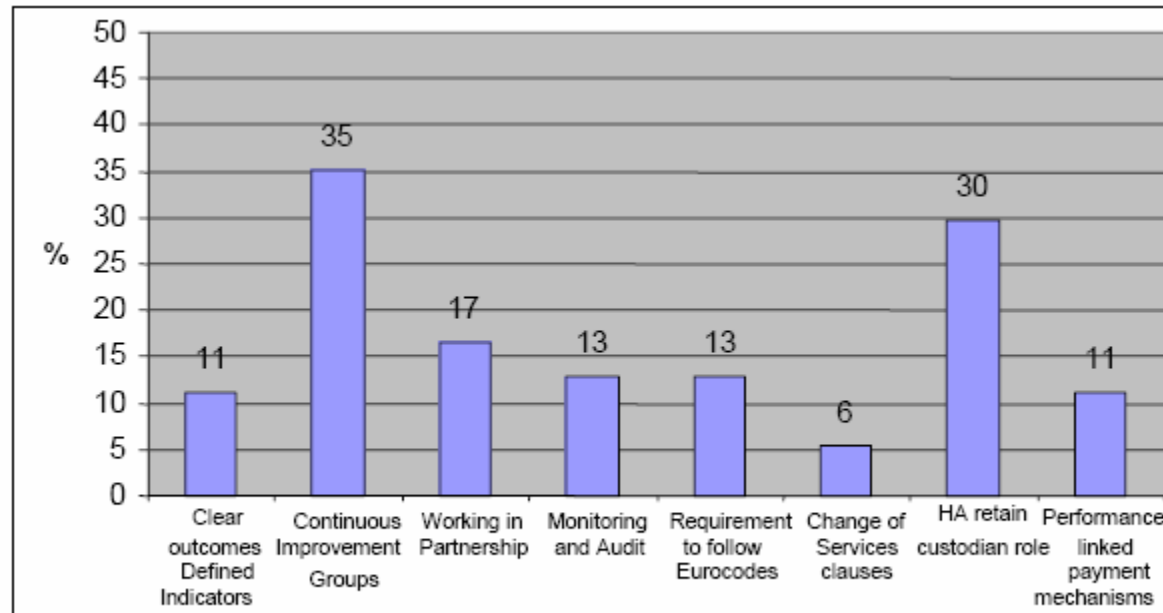


Percentage of All Organisations Listing Various Elements (Base: 54 Organisations)

Note: Percentages do not add up to 100% due to multiple and nil responses.

Highways Agency 2003

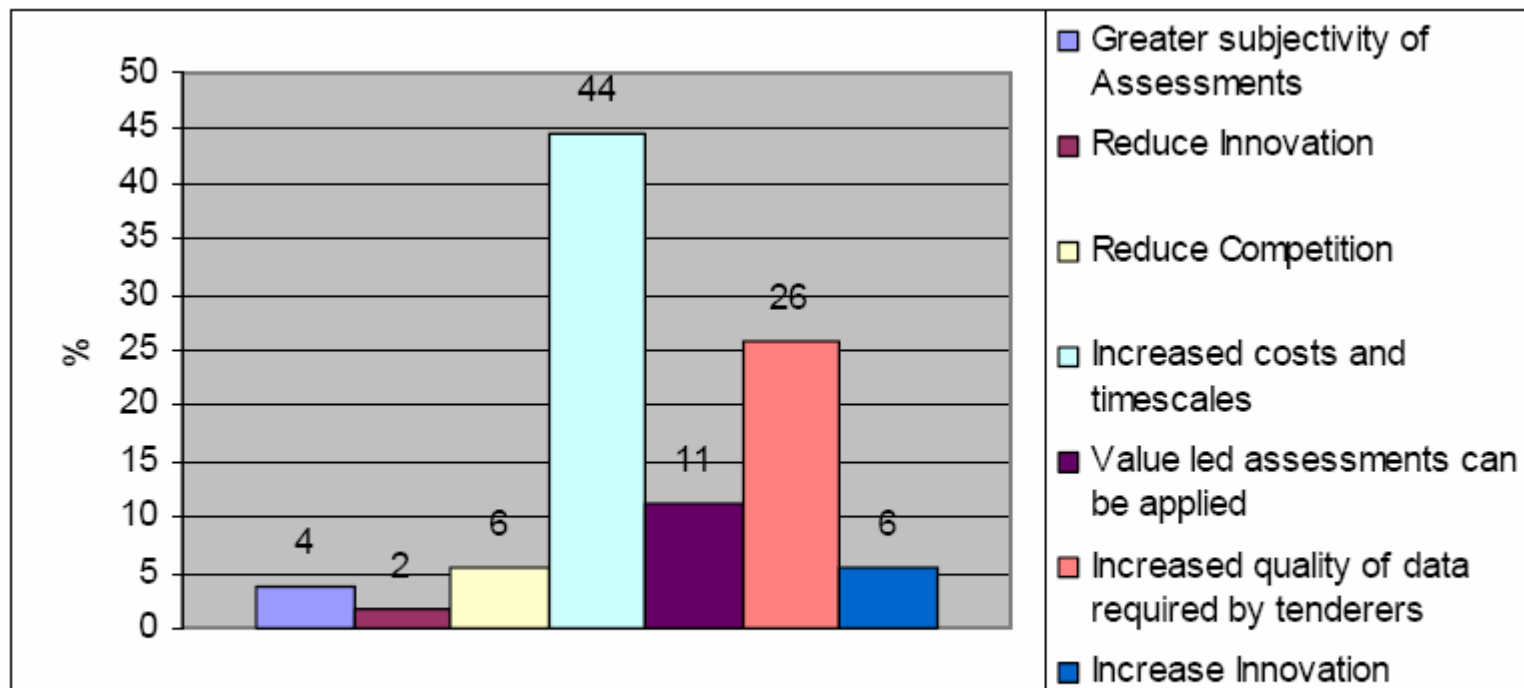
Mekanismer som må inngå i kontraktene for å sikre positiv utvikling



Percentage of All Respondents Identifying Various Mechanisms (Base: 54 Respondents)

Highways Agency 2003

Sannsynlige konsekvenser ved bruk av funksjonskontrakter



Percentage of All Respondents Identifying Various Impacts (Base: 54 Respondents)

Note: Percentages do not add up to 100% due to multiple and nil responses.

Søk ved hjelp av Google:

- **performance contracts pavements**
❖ **1,1 mill treff**
- **performance specifications pavements**
❖ **1,2 mill treff**

Mye interessant for den som har lyst og tid

Kenneth Olsson
Skanska Teknik- Väg & Asfalt

” Exempel på funktionskontrakt i Sverige”

Riktlinjer idag vid funktion.

- Val av funktionsbaserad beläggning där krav på **funktionella egenskaper hos beläggningslager** bestäms av beställaren. Med beläggningslager menas färdig beläggning utlagd på väg.
- Val av funktionsbaserad beläggning där krav på **vägytan** över en bestämd tidsperiod bestäms av beställaren. Med vägyta avses den erhållna ytan efter arbetets färdigställande.

Tendenser med funktionskontrakt.

- Funktionskontrakt med vägytekrav dominerar.
- 2 st långa vägobjekt på E4 (300 km resp 60 km motorväg).
- 100-tal kortare objekt (5-20 km långa). Underhåll med nya slitlagerbeläggningar där funktionstiden är mellan 5-8 år.
- Årskostnadsprojekt har börjat komma.



Väg 721 Kinnared – Tranemo (8 km)



2006 9 14

Funktionskrav på vägytan

➤ Direkt efter utförandet (år 1)

✓ *Friktion*

✓ *Jämnhet i längsled, högst 2,5. Bonus mellan 2,0-1,5. Max 4 kr/m²*

✓ *Tvärfall*

➤ Under funktionstiden och vid funktionstidens slut

✓ *Friktion*

✓ *Jämnhet i tvärled (spårdjup) År 1 = X mm, År 7 = Y mm*

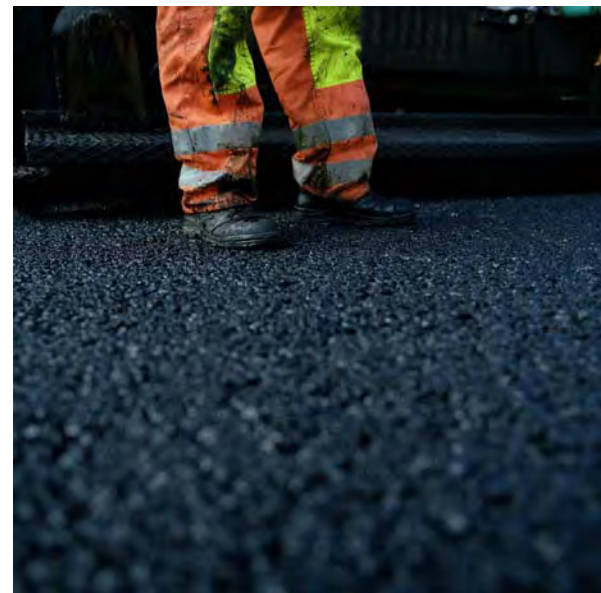
✓ *Stensläpp, sprickor och potthål.*



Erfarenheter från Väg 728

Nyöppnad 2003

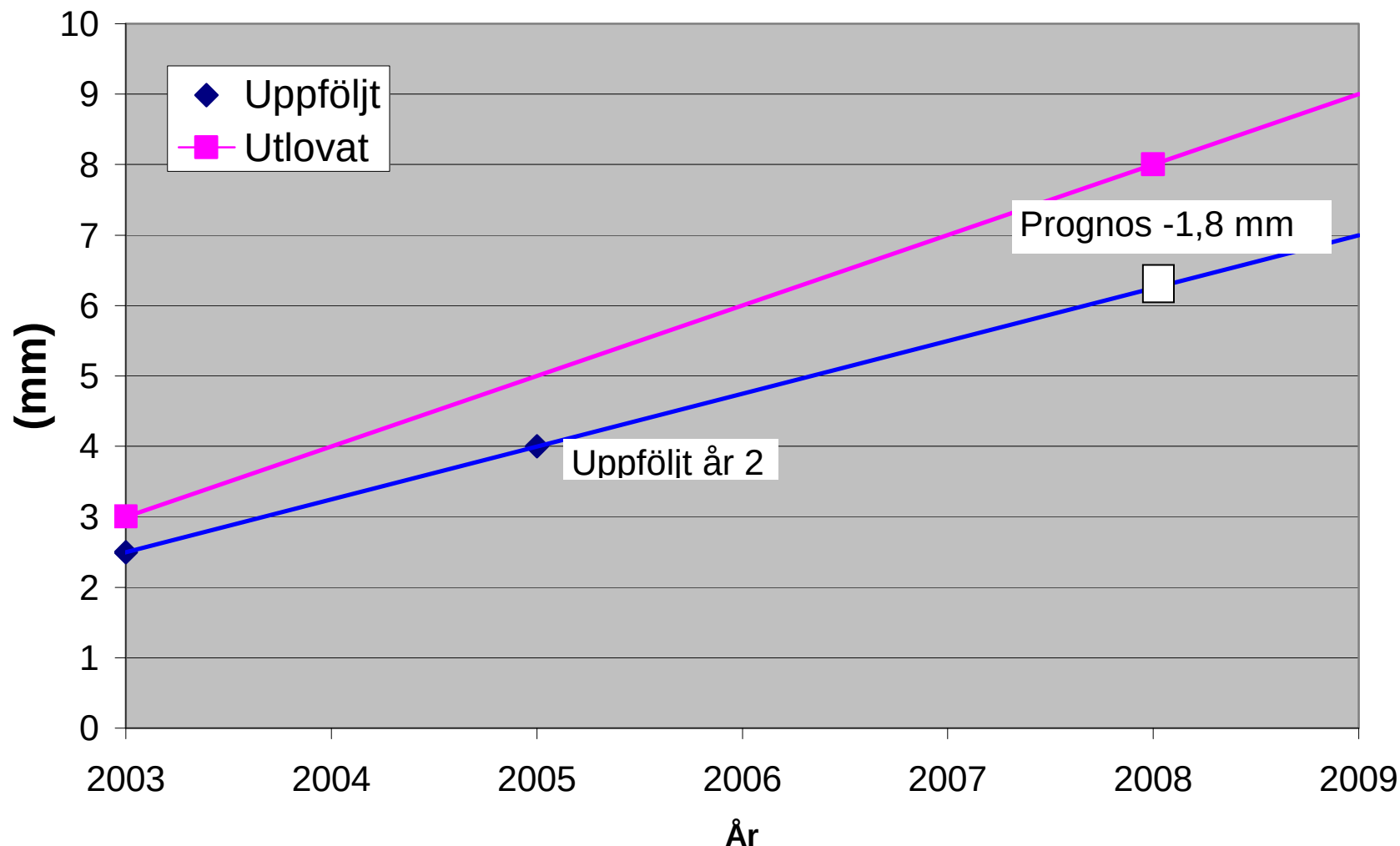
- Lägst Årskostnad vann anbudet.
- Förstärkningsobjekt.
- 5 års funktionstid.
- Åtgärd
 - ✓ Infräsning av beläggning i befintligt bärlager, fräsdjup 15-20 cm
 - ✓ Vattning, vältning samt ett nytt bärlager
 - ✓ 225 kg/m² Asfaltbärlager (typ AG32)
 - ✓ 60 kg/m² Asfaltslitlager (ABT11)



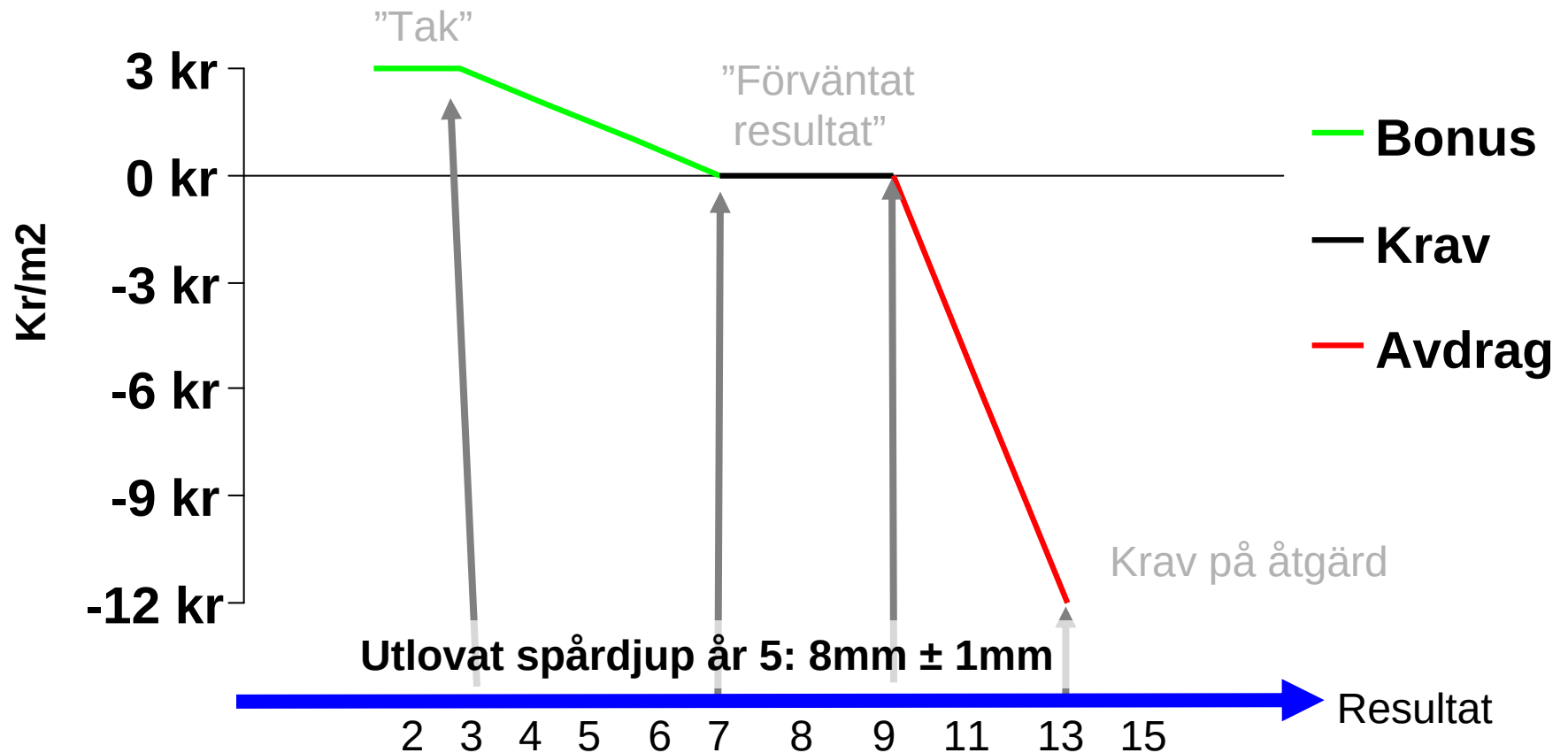
Väg 728 olika skeden

- (1) Utlovat spår för 90-percentilen (startvärde) mäts med mätbil i maj månad året efter (otjälade förhållanden). Utlovat max 3 mm av entreprenör.
Incitament (bonus) finns gällande jämnhet i längsled som regleras år 1.
- (2) År 2 mäts objektet för preliminär prognos med eventuell reglering av innehållna medel.
- (3) År 5 mäts objektet och stäms av mot utlovat värde. Eventuell reglering enligt mall. Utlovat max 8 mm av entreprenör.

Utlovat 90-percentilsvärde för spår jämfört med uppföljt



Regleringsmall



Sammanfattning

- Funktionstänkande för underhållsbeläggningar har kommit för att stanna.
- För att tillämpa funktion i större utsträckning behöver även förstärkningsobjekt tas med.
- Fortsatt utveckling av årskostnadsmodeller behövs i framtiden.

Tolv års funktionsentreprenad för underhåll av beläggningar

Harri Spoof
Pöyry Infra Oy

NVF33 - Förbundsutskottsmöte
Trondheim, 18.6.2007

LÅNGVARIG FUNKTIONSENTREPRENAD FÖR UNDERHÅLL AV BELÄGGNINGAR

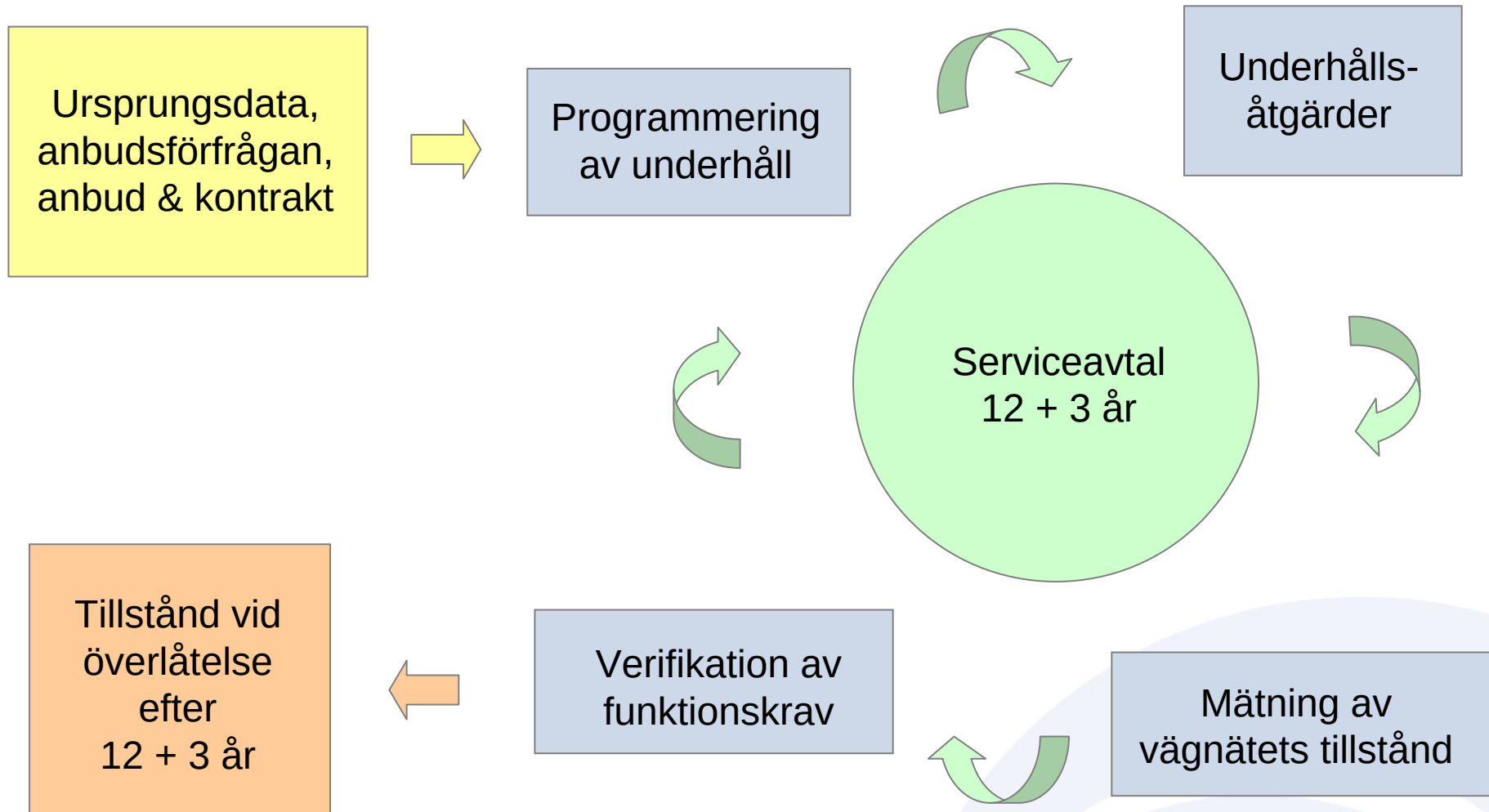
< = >

SERVICEAVTAL

Modeller för serviceavtal

- Vägförvaltningen i Finland – Upphandlingsstrategi
 - underhållet beställs i form av serviceavtal
 - långvariga avtal (5 – 15 år) med rimlig volym (1000 – 2000 km)
 - 3 olika modeller (vägklass, område eller område inkl. kommuner)
 - baseras på funktionskarv
 - leder till uppkomst av innovationer och ökad produktivitet
- HTU – PPS: Huvudvägnätets serviceavtal 2007 – 2018
 - första pilotprojektet i storskala i Finland
 - bygger på vägklassmodellen → endast högsta nivån av vägnätet ingår
 - gemensamt pilotprojekt för Åbo, Tavastlands och Nylands vägdistrikt
 - förverkligandet tillsammans med Pöyry Infra Oy

Serviceavtalsprocessen



Ursprungsdata för anbuds kalkyl

- RST-data
 - ojämnhet (10m/100m IRI), spårdjup, grovhet (RMS 100-500 mm), tvärfall
- Bakgrundsdata
 - åtgärdshistoria, beläggningbredd, trafikmängd, mm.
- GPR-data
 - beläggningstjocklekar
 - för att detektera strukturella problem, även under avtalsperioden
- Kartmaterial

Anbudsprocessen

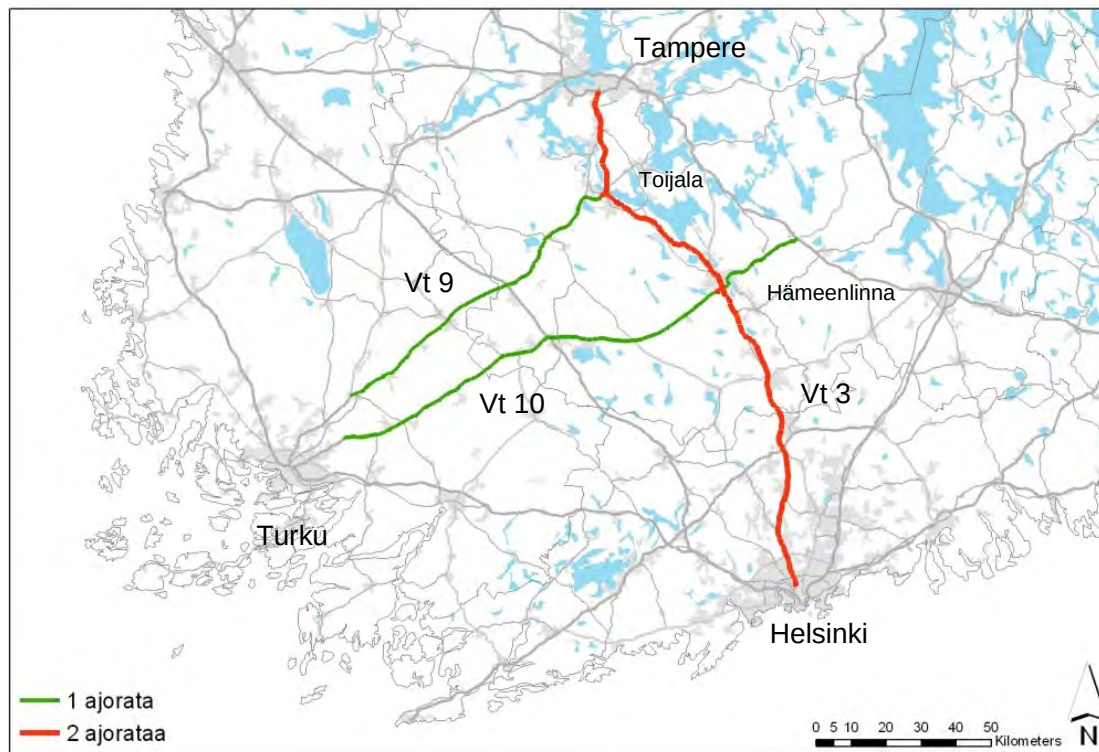
- Vägförvaltningens arbetsprocess började på våren 2006
- EU-anskaffningsanmälan gick up den 3.8.2006
- Sju entreprenörer anmälde sitt intresse
- Anbudsförfrågan gick ut den 10.11.2006 (fyra tilläggsbrev krävdes)
- Möjlighet till tvåsidiga diskussionstillfällen (5 tillfällen arrangerades)
- Anbuden kom in den 1.3.2007
- Fyra anbud kom in
- Lägst anbudet: Lemminkäinen Oyj, ca. 39 M€
- Avtalsförhandling den 13.4.2007
- Avtalet undertecknades den 19.4.2007
- Serviceavtalet trädde i kraft den 1.5.2007

Serviceavtalet innehåll

- Kontraktstid: 12 år (2007 – 2018)
- Garanti: 3 år för åtgärder som utförs under åren 2016 – 2018
- Utsträckning: ca. 1340 km körfält och ramper
- Innehåll: Underhåll av beläggningar, väggrenar och vägmarkeringar
- Frihetsgrad: Normer och regelverk styr inte verksamheten
- Krav: Baserar sig till 100 % på funktionskarv
- Verifikation: Av entreprenören uppmätt och rapporterat tillstånd
- Sanktioner: Mycket höga sanktioner ifall kvaliteten icke uppnås

Vägnätets egenskaper

- Åbo, Tavastehus och Nylands vägdistrikt
 - riksväg 3 (2+2 motorväg), 170 km, ådt 13000 – 40000
 - riksväg 9 (1+1 landsväg), 100 km, ådt 3500 – 7500
 - riksväg 10 (1+1 landsväg), 130 km, ådt 3000 – 10000



Utsträckning

- Underhåll av ytegenskaper för
 - beläggningar till alla körfält och ramper
 - vägrenar (även grusfyllning, ytdränering)
 - busshåll- och rastplatser
 - vägmarkeringar
 - lappning av potthål och sprickor (ingår normalt i driftavtalen)
- Planering och programmering av underhåll
- Vägytemätningar
- Tillståndsrapportering

Betalningssystem

- Producenten får icke betalt på basen av utförande
- Varje år betalas 1/12 av avtalspriset, betoning på sommarmånaderna
- Priset är bundet till kostnadsindex
 - 88% jordbyggnadskostnadsindex + 12% bitumenindex
- Möjliga sanktioner avdras från årets sista betalpost
- Sanktionerna är mycket höga (1000 – 5000 € / 100 m körfältsektion)
- Mekanismer finns för ändringskontroller

Rapportering (årligen)

- Rapportering av kommande underhållsåtgärder den 30.4
- Vägytemätningarna utförs mellan den 1.5 - 31.8
 - vägmarkeringarna t.o.m. den 30.6
- Vägnätets tillstånd rapporteras årligen den 15.9
 - vägmarkeringarna t.o.m. den 15.7
- Vid behov får åtgärder utföras ända till den 31.10
 - vägmarkeringarna t.o.m. den 31.7
- Rapportering av utförda åtgärder den 15.11
- Potthål och sprickor rapporteras en gång i veckan året runt

Vägnätet indelas och bedöms som 100 m:s körfältsektioner

- Lägsta godkända tillstånd (krav på 100 % av vägnätet)
 - max. spårdjup: 17 – 19 mm
 - ojämnhet (IRI): 2,8 – 3,6 mm/m
 - enstaka gupp (IRI_10_m): 8,0 mm/m
 - grovhet (RMS 100 – 500 mm): 0,9
 - tvärfallet får inte försämrats: målnivå $|q| = 3 \%$
 - friktion: minst 0,6
 - vägmarkering: 80 – 100 mcd/m²/lx och tillståndsklass 4
- Högst 10% spårappning per riksväg

Funktionskrav (fortsätter)

- Måltillstånd (krav på 90 % av vägnätet)
 - max. spårdjup: 13 – 15 mm
 - ojämnhet (IRI): 1,8 – 2,8 mm/m
- Homogenitetskrav för intilliggande sektioner vid åtgärd
 - max. spårdjup: 10 – 12 mm
- Vägnätskrav år 12 (hela vägnätets medeltal)
 - max. spårdjup: 8 mm
 - ojämnhet (IRI): 1,3 mm/m

Princip för homogenitetskrav (i samband med åtgärder)

Gränsvärden: max. = 17 mm, 90% = 13 mm & homogenitet = 10 mm

sektionens avstånd (m)										
0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
8,8	7,6	9,7	11,3	12,5	17,8	17,2	17,1	9,9	13,8	12,0
sektionen max. spårdjup (mm)										

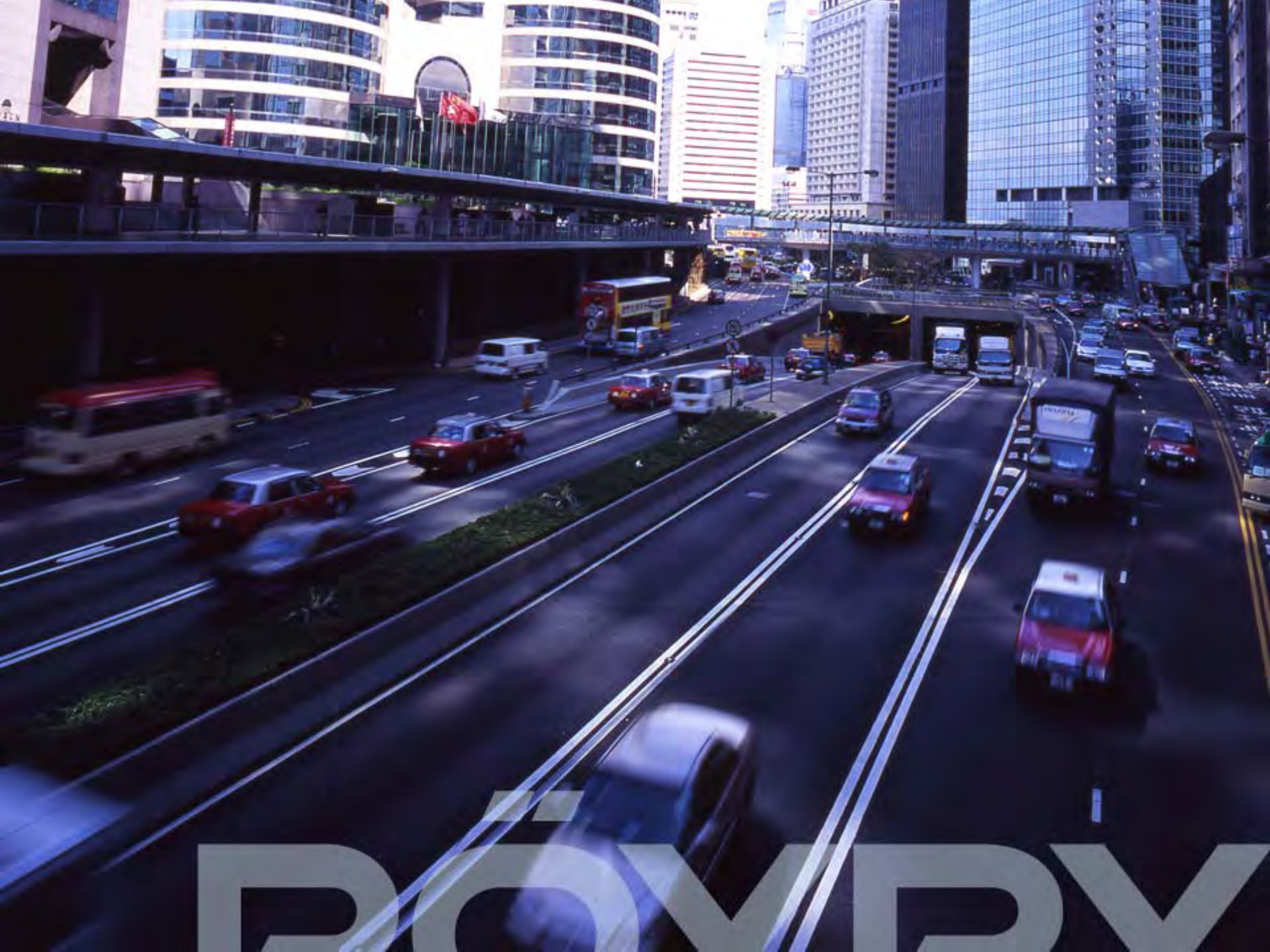
- sektionerna 500 – 700 m **måste åtgärdas** (spårdjup > 17 mm)
- intilliggande sektion 400 m **måste åtgärdas** (spårdjup > 10 mm)
- sektion 300 m blir nu intilliggande sektion och **måste åtgärdas** (spårdjup > 10 mm)
- intilliggande sektionerna 200 och 800 m **behöver inte åtgärdas** (spårdjup < 10 mm)

Serviceavtalen är en succé, om !!!

- frisk konkurrens bevaras och utökas på marknaden
- aktörernas produktivitet ökar
- efterstävad servicenivå och trafiksäkerhet uppnås
- innovationer uppstår och funktionskraven fungerar
- riskhantering och –fördelning fås på rättvis nivå
- alla erfarenheter från piloterna används objektivt till nytta

Men, dessa frågor måste lösas ???

- hur kan långsiktig finansiering försäkras
- hur uppnås väghållningens funktionspolicy
- hur stor del av vägnätet kan bindas till serviceavtal
- nya mekanismer till kontraktsförändringar krävs
- strukturella funktionskrav fattas → hur lösa problemet
- någon sort av samverkan och partnerskap krävs



ROYAL



Nye Udbudsformer

Kontrakter efter tilstandskrav

Funktionskontrakter		
Amter	Kommuner	Vejpartnering
Belægning og vedligehold af enkeltstrækninger Betaling følger handling	Tilstand på vejnet Fast årlig betaling	4-års belægning + vedligehold Samarbejde Betaling følger handling

Funktionsudbud kommuner

Status for kommunekontrakter

- Der er i alt 19 kontrakter i gang
- Næsten alle asfalterentreprenørerne er med
- Gennemsnitlig kontraktperiode på 14 år
- I alt 3350 km vej
- Samlet entreprisesum på 790 mill kr. ~ 106 mill €



Danmarks første funktionsudbud for vejnet



Kontraktlængde – 14 år

Kontraktsum – 31 mill dkk

Total vejlængde – 157 km

Funktionskrav
Absolutte krav

Materiale- og
udførelseskrav
rammekrav

Udbuds- og anlægsforskrifter, November 2006

Brugerens behov til vejens egenskaber

Sikkerhed

Friktion, jævnhed, profil og lyshed

Komfort og miljø

Jævnhed, lyshed og støj

Holdbarhed

Stabilitet, tæthed og bæreevne

Fordele ved funktionsbeskrivelser

- Bedre overensstemmelse mellem forventninger og den leverede kvalitet
- Mere entydig placering af ansvar
- Udvikling af bedre og billigere produkter og produktionsmetoder

Produktvalg

Påhviler alene entreprenøren

**Eksemplarer af
paradigma til
funktionsudbud
i
Kommuner
udleveres ved
henvendelse
her.....!**

**Eller klik ind på.....:
www.asfalt.dk**

FUNKTIONSUDBUD

**Paradigma
for
udbudsmateriale til brug for
begrænset licitation:**

**Vedligeholdelse af kommunale vejnet
bedømt på skadespoint**

Udarbejdet af:



Varde Kommune



Videbæk Kommune



Rønnede Kommune



Vejdirektoratet

Vejteknisk Institut



NCC Danmark A/S
Asfalt

Hovedeftersyn

Tilstandsrapport

Kommune:

Vejidentifikation				Stationering		Foretaget			
Best.	Vejnummer	SV	B	Fra	Til	Dag	måned	Initialer	
Vejnavn									
Besk. Fra									
Besk. Til									
omfangskategori	0: <2%	(Ubetydelig)	A: 2 - 10%	(Ring)	B: 10-50%	(udbredt)	C: > 50%	(Betydelig)	

Belægningsskader	Observation	Alvorlighed	Omfang			Bemærkninger	
			Kat	%	Abs		
	1. Krakeleringer	Små <10x10 cm Middelstore < ½ m2 Store > ½ m2	1 2 3		m2 m2 m2		By: Land:
	2. Revner på langs 0 - 1 m fra kant	Bredde < ½ cm ½ - 3 cm > 3 cm	1 2 3		m m m		
	3. Revner på langs > 1 m fra kant og revner på tværs	Bredde < ½ cm ½ - 3 cm > 3 cm	1 2 3		m m m		
	4. Rivninger	Mørteltab Fine sten afrevet Større sten afrevet	1 2 3		m2 m2 m2		Asfalttype:
	5. Afskalninger eller slaghuller	Små <10x10 cm Middelstore < ½ m2 Store > ½ m2	1 2 3		m2 m2 m2		OB PA AB
	6. Lunker, Sætninger	< 2 cm 2-4 cm > 4 cm	1 2 3		m2 m2 m2		Andet
	7. Sporkøring	< 2 cm 2-4 cm > 4 cm	1 2 3		m m m		Afstribning:
	8. Instabilt slidlag	Skriv bemærkning			m2		Ks: Ms:
	9. Fed OB eller stentab, OB	Pletvis Sammenhæng < 100 m2 Sammenhæng > 100 m2	1 2 3		m2 m2 m2		
	10. Rapper	Pletvis					eller m

Skadespoint

- | | | |
|--|-------------------------------------|---------------|
| 1. Krakeleringer | 2. Revner på langs < 0-1 m fra kant | |
| 3. Revner på langs > 1 m fra kant samt revner på tværs | 4. Rivninger | |
| 5. Afskalninger eller slaghuller | 6. Lunker, Sætninger | 7. Sporkøring |
| 8. Instabilt slidlag | 9. Fed OB eller stentab fra OB | |

Skadespoint er en funktion af:

Antal skader 1 – 9

Skadesomfang %

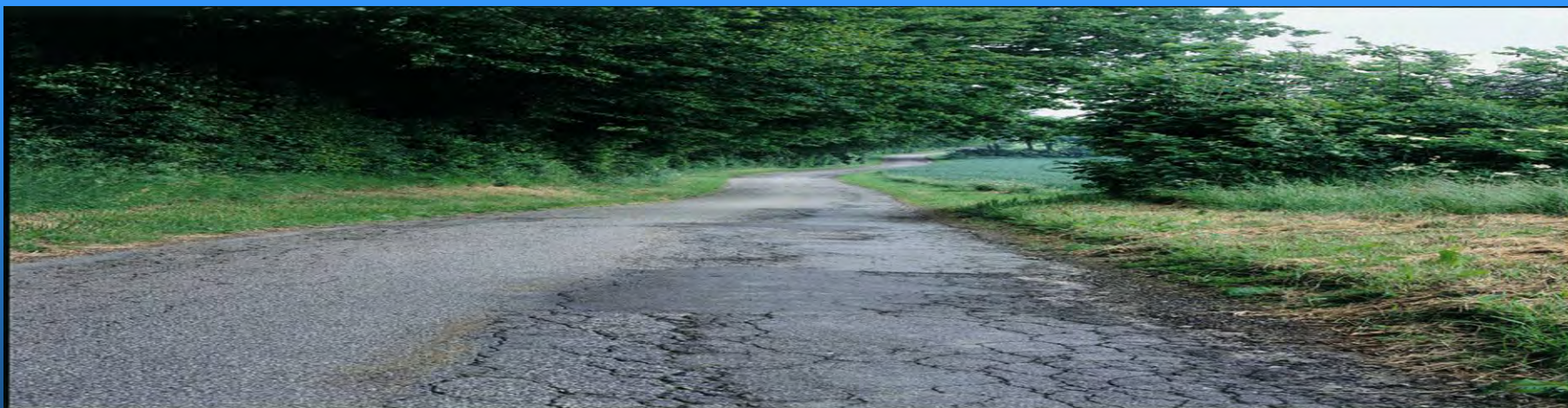
Skadesvægt pr. skade

Tilstandsrapport

Vej Id.	Fra station	Til station	Navn
Xxx-9300-2	0,000	0,336	Vilstrup Vestermark (Andersgade)

Skadespoint: **11,3**

Nr. Betegnelse	Alvorlighed	Kat.	%	Abs
1 Krakeleringer	3 Store > ½ m2	C	70	588 m2
2 Revner på langs < 1 m fra Kant	2 Bredde ½-3 cm	C	70	470 m
3 Rv.. På langs > 1 m fra kant og rv. på tværs	2 Bredde ½-3 cm	C	70	470 m
4 Rivninger	3 Større sten afrevet	C	70	588 m2
5 Afskalinger eller slaghuller	1 Små < 10 x 10 cm	C	0	1 m2
6 Lunker, Sætninger	2 2 - 4 cm	C	70	588 m2
10 Lapper	2 Sammenhængende<100 m2	70	70	588 m2
13 Rabatter	3 > 5 cm opspring	C	70	470 m2
14 Rabataffald	1 Bort fra kørebane	C	70	470 m2



Hovedkrav

Vedligeholdelsesniveau	Middel Max.	Enkeltparcel Max
1	1,2	3,5
2	2,5	5
3	3,7	7,5

Skadespoint opgøres i henhold til "Katalog over belægningsskader- vejledning i visuelt eftersyn" Statens Vejlaboratorium, Rapport 70.

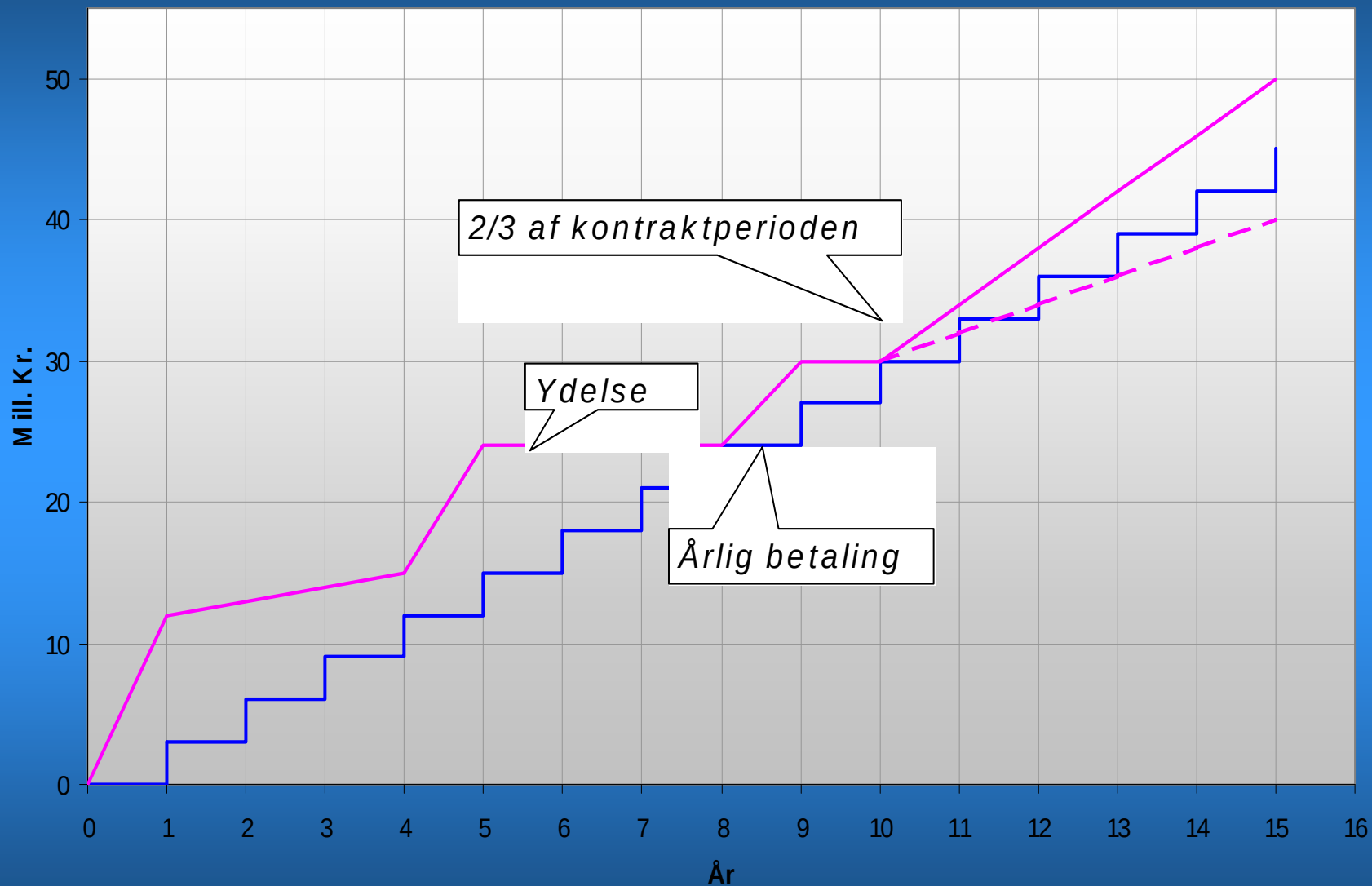
Vejledende handlingsplan

Bilag 1A: Vejledende Handlingsplan med bindende middelpriiser og samlet tilbudssum. Alternativ A.

Vedligeholdelsesniveau 3

År	Slidlag/forstærkning	Overfladebehandling	Fræsning	Reparation	Rabatprofilering	Grøfteoprensning	I alt i Kr.
	m2	m2	m2	ton	lbm	lbm	(mængde * middelpriis)
1/2002							0,00
2/2003							0,00
3/2004							0,00
4/2005							0,00
5/2006							0,00
6/2007							0,00
7/2008							0,00
8/2009							0,00
9/2010							0,00
10/2011							0,00
11/2012							0,00
12/2013							0,00
13/2014							0,00
14/2015							0,00
I alt	0	0	0	0	0	0	Samlet omkostning vedligeh.niveau 3: kr 0,00
Middelpriis	Kr/m2	Kr/m2	Kr/m2	Kr./ton	Kr./lbm	Kr./lbm	
(ekskl.moms)							

Betalingsmodel



SAMKOM

Landets bedste veje

Rønnede kommunes veje er efterhånden i så god stand, at de topper på en liste over kommunevejene i 118 kommuner. Det viser Vejdirektoratets årlige opgørelse.

I 1999 indtog Rønnede en beskednen 43. plads. Nu er kommunen rykket op på en førsteplads.

Det er sket efter at asfaltfirmaet NCC Roads har overtaget vedligeholdelsen af kommunens veje.

Vi er meget stolte, siger formanden for teknik og miljø, Karsten Myland Olsen.





Statens vegvesen

Funksjonskontrakter asfalt Norge Region øst

NVF 33 Trondheim juni 2007

Torgrim Dahl

To rapporter fra 2005



Region øst
Veg- og trafikkavdelingen
2005-05-25



Region øst
Veg- og trafikkavdelingen
2005-05-25

Tidligere funksjonsaktige dekkekontrakter i Norge (før 2000)

- SPS – spesifikk piggdekkslitasje, var vellykket, mindre aktuelle
- SUV – sporutvikling, usikker oppgjørsberegning
- Sporkontrakt
- Kontrakt med laboratoriekrav
- Levetidskontrakt



Funksj.kontr. asfalt – kontr.typer

	byggherre bestiller:	entreprenør leverer:
1	Tiltak år 1, og valg av tiltak	Funksjonsgaranti for gitt periode
2	Tiltak år 1	Velger tiltak og gir garanti
3	Tiltak over flere år	Velger tiltak og gir garanti
4	Vedlikehold av vegnett i periode	Oppfyller funksjonskrav

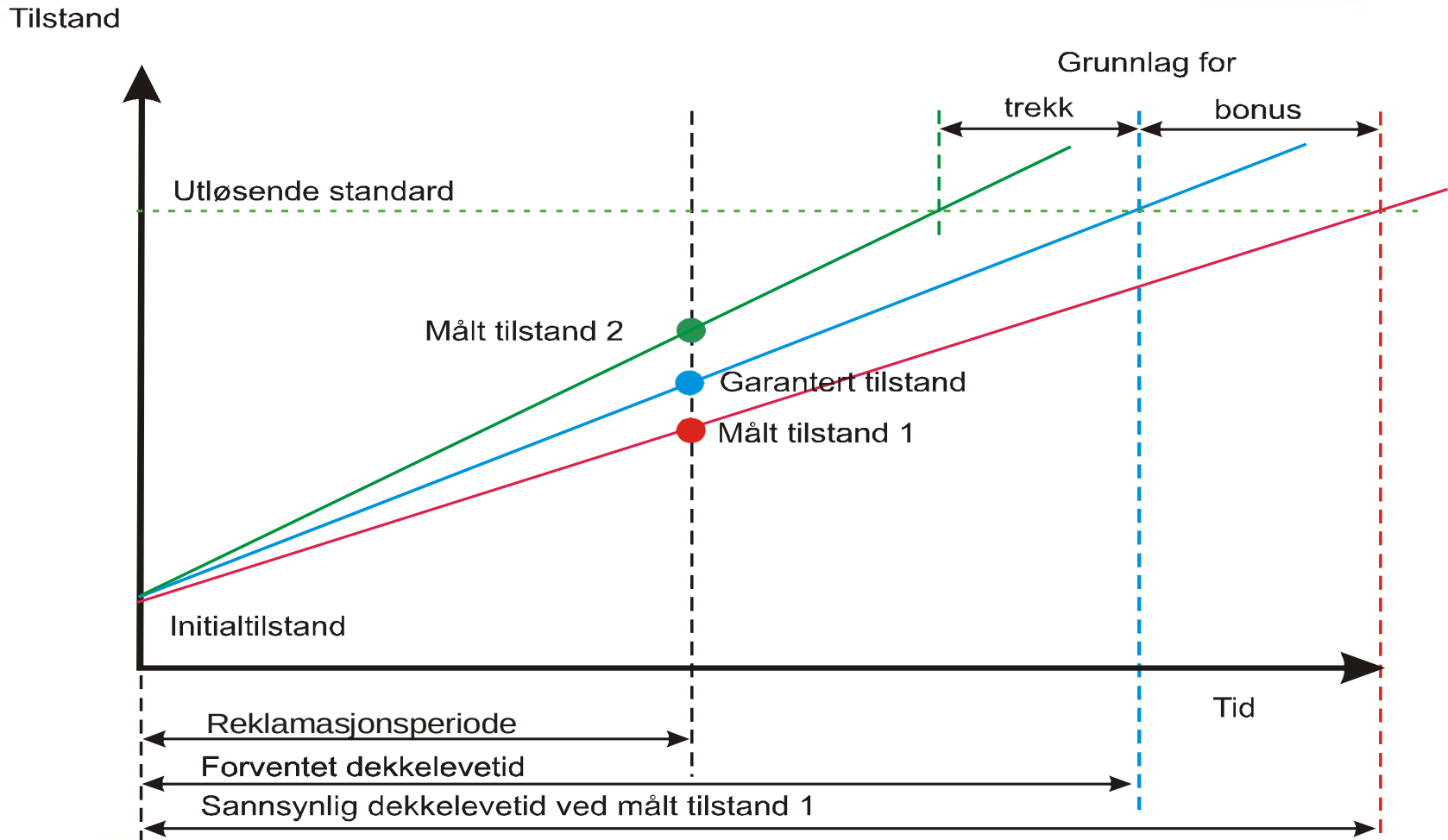


Utvikling av kontraktsgrunnlag

- Byggherren angir en reklamasjonsperiode, foreslått 5 – 12 år avhengig av trafikken.
- Entreprenøren velger tiltak innenfor rammer gitt av byggherren.
- Entreprenøren angir en garantert maksimal verdi for spordybde ved utløpet av rekl.perioden.
- Målt spordybde ved utløpet av rekl.perioden gir grunnlag for bonus/trekk.



Funksjonskontr. asfalt - oppgjør



Funksjonelle tilstandskrav

- Registrert – forventet tilstandsutvikling
 - 90%-verdier for spordybde
- Krav begrenset til initialtilstanden
 - 90%-verdier for jevnhet, IRI
 - Jevnhet målt med rettholt
 - Høyde på langsgående kanter
 - Tverrfall (HB 111 eller som eksisterende)
- Krav gjeldende i reklamasjonsperioden
 - Ikke slag hull, ikke åpen midtskjøt
 - God heft til underlaget
 - God friksjon
 - Maksimalt 10% med lokale utbedringer



Tildelingskriterier

- Det økonomisk mest fordelaktige tilbud.
 - **Årskostnader:** (2005 vekt 85%) 2006: **100 %**
 - Tilbudssum: (2005 vekt 15%) 2006: utgår
 - Rente: 4%
- Forventet dekkelevetid beregnes ut fra initialspor (5 mm), garantert spordybde (90%-verdi) og reklamasjonsperioden.
- Antatt lineær tilstandsutvikling



Mål for kontraktsformen

- Byggherren
 - Bedre og mer ensartet kvalitet, lavere årskostnader
 - Stimulere fagmiljøet
- Entreprenøren
 - Det skal lønne seg å satse på kvalitet
 - Entreprenørens risiko skal ikke øke
- Generelt
 - Regelverket skal være enkelt og oversiktlig
 - Være attraktivt for andre regioner



2005:E 18 Oslo vest ett felt

- 2,9 km - ÅDT 75000 - 4 år

tilbud		evaluering		
sum	garantert spor- dybde	forventet dekke- levetid	årskostnad	vektet kostnad
1 112 020	12	11	126 936	274 698
855 570	13	10	105 484	217 996
574 119	22	4	158 164	220 557
605 360	18	6	115 479	188 961
915 642	19	5	205 678	312 172



2005:Rv 109 Sarpsborg - Fredrikstad

- 4,1 km - ÅDT 17500 - 5 år

tilbud		evaluering		
sum	garantert spor- dybde	forventet dekke- levetid	årskostnad	vektet kostnad
3 925 296	13	12	418 248	944 305
3 226 003	25	5	724 647	1 099 851
4 659 650	18,8	7	776 342	1 358 838



2006:E 18 Oslo vest ett felt

– 3,5 km - ÅDT 20000/75000 - 5 år

tilbud		evaluering		
sum	garantert spor- dybde	forventet dekke- levetid	årskostnad	
835 170	28	4	230 081	
1 557 940	22	5	349 956	
1 099 641	17	8	163 327	
1 370 020	22	4	378 253	



2006:E 6 v/ Moss to av firefelt – 12,6 km - ÅDT 26800 - 7 år

tilbud		evaluering		
sum	garantert spor- dybde	forventet dekke- levetid	årskostnad	
9 119 200	19/26	6/10	1 494 934	
14 486 738	16/19	10/12	1 738 993	



2007: Rv 110 Østfold

– 5,7 km - ÅDT 9000 - 7 år

tilbud		evaluering		
sum	garantert spor- dybde	forventet dekke- levetid	årskostnad	årskostnad pr. km
4 040 316	21,5	8	600 099	105 838
4 561 310	10	28	273 738	48 278



2007:E 6 og E 18 ø/v Oslo

-18,3 km -ÅDT 40000/70000 -2/4 år

tilbud		evaluering		
sum	garantert spor- dybde	forventet dekke- levetid	årskostnad	
6311170	19/24	2/4	2 361 596	
6995621	11	6/13	929 261	
5468625	14	4/8	1 067 338	



2007:E 6 v/ Lillehammer

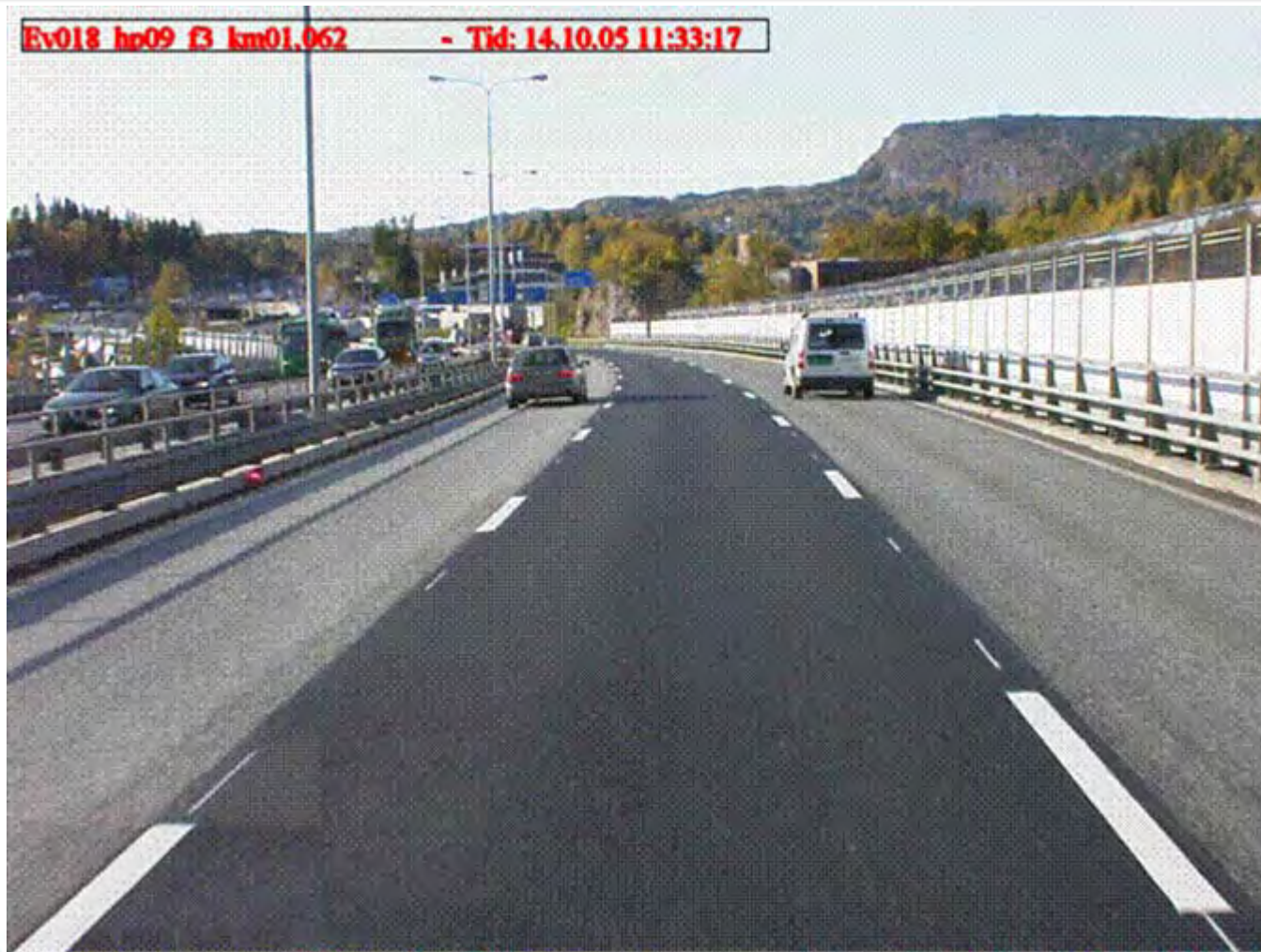
– 9,6 km - ÅDT 11 000 - 6 år

tilbud		evaluering		
sum	garantert spor- dybde	forventet dekke- levetid	årskostnad	årskostnad pr. km
8 010 129	19	8	1 189 727	123 698
4 624 053	17	10	788 490	81 981



Funksjonskontrakt 2005 – 2009

E18 Sandvika - Slependen



Statens vegvesen

Funksjonskontrakt 2005 – 2010

Rv 109 Sarpsborg - Fredrikstad



Statens vegvesen

Konklusjon funksjonsbasert dekkekontrakt - foreløpig

- Erfaringer hittil er interessante
- Entr. leverer bedre: initialspor, finish
- Høyere pris, bedre fortjeneste ?
- Vegholderen får lengre levetid og lavere årskostnad ?
- Ønsker flere tilbud
(Entrepr. ambivalente ?)
- Er kontraktstypen forstått ?



Funktionell kvalitetsvärdering med ljudvågor

Nils Ryden

Peab Sverige AB och Lunds Tekniska Högskola

Inledning

En ny teknik för oförstörande provning av vägar har utvecklats i detta doktorandprojekt. Tekniken bygger på ljudvågsmätningar (seismik) och gör det möjligt att mäta upp styvheten och tjockleken på olika lager i en vägkonstruktion. Metoden har redan kommit till stor praktisk nytta inom Peabs *SwePave* koncept vilket är en metodik för att säkra funktionskrav vid byggnation av vägar och andra överbyggnadskonstruktioner. Här används metoden för kvalitets kontroll av alla ingående material i den aktuella konstruktionen. Metoden har också visat sig användbar för oförstörande provning av olika typer av betongkonstruktioner och har redan tillämpats på kärnkraftverk i Sverige och Finland.

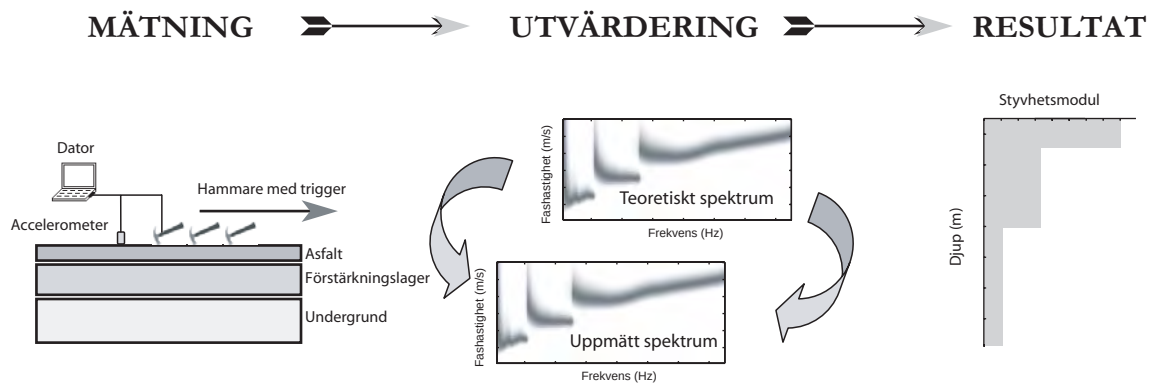
Bakgrund

Ökande krav och utnyttjandegrad av både nya och gamla anläggningskonstruktioner ställer ökande krav på kvalitetssäkring och oförstörande provning. Inom vägbyggnadstekniken finns det ett behov av att kunna mäta upp materialegenskaper i nya och gamla konstruktioner utan att gräva eller borra upp material. Satsningen på analytisk vägdimensionering och funktionsentreprenader kräver att det går att mäta upp samma fundamentala materialegenskaper (styvhetsmodul), i både fält och laboratorium, som används vid dimensioneringen. Seismiska/Akustiska mätningar erbjuder en möjlighet till detta genom att den dynamiska styvheten vid små töjningar är direkt analytiskt kopplad till den uppmätta vågutbredningshastigheten.

Syfte och resultat

Syftet har varit att utveckla en ny metod för oförstörande provning av vägar och betongkonstruktioner. Metoden bygger på att generera och mäta upp så kallade ytvågor på ytan av en konstruktion. Genom att analysera hastigheten, över en sträcka på ca 1-3 m längs vägytan, för olika frekvenser kan vägens strukturella uppbyggnad (tjocklekar på lager med olika styvhet) uppskattas. Detta ger ett verktyg där tjocklekar och styvheter i vägkroppens lager kan studeras vid olika tidpunkter och i olika sektioner längs vägen. Metoden förväntas kunna användas både som statuskontroll av befintliga vägar samt vid kvalitetsvärdering av egenskaper i nya vägar.

Vågutbredningen över en vägyta visade sig vara betydligt mer komplicerad än vad som tidigare antagits (Ryden och Lowe, 2004). För att kunna utveckla en robust och tillförlitlig metod (veta vad man gör) har därför större delen av projektet lagts på vågutbredningsteori. Baserat på resultaten från denna studie har en ny metod för att utvärdera tjocklekar och styvheter på lagren i en vägkropp tagits fram. Metoden ger också asfaltens frekvensberoende styvhet över de frekvenser som mäts upp (ca 30-10 000 Hz). Figur 1 visar en schematisk bild av metodens tre olika steg, mätning, utvärdering, och resultat, (Ryden och Park, 2006).

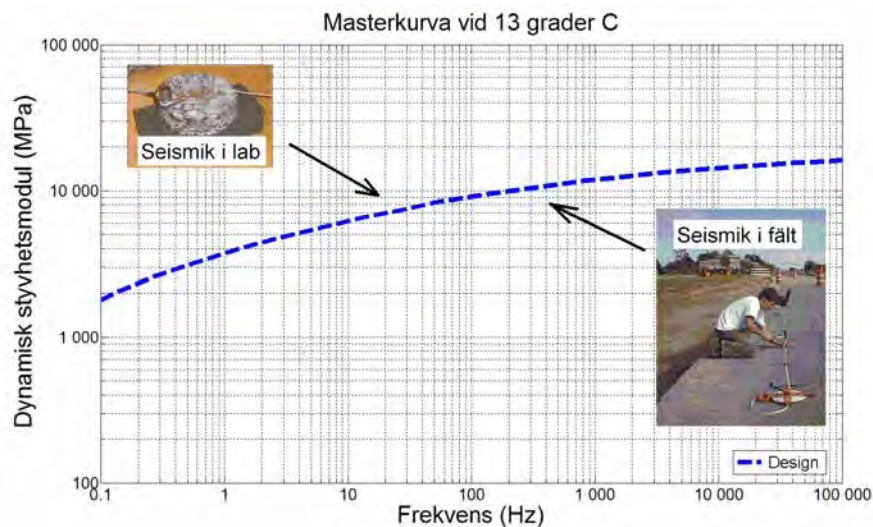


Figur 1. Schematisk illustration av mätning, utvärdering, och resultat.

Resultatet från projektet kan sammanfattas som en grundläggande studie av vågutbredning i vägar och utveckling av ett nytt koncept för mätning och utvärdering av data. Projekt och mätningar där metoden hittills har testats med lovande resultat har sammanfattats nedan:

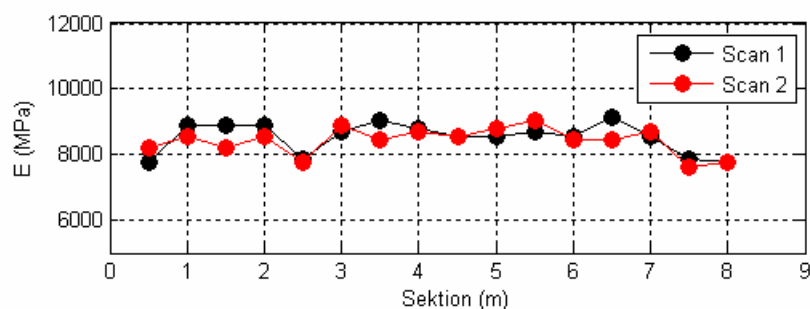
- Styvhetsmodul, tjocklek, och tvärkontraktionstal i betongplattor och asfaltbeläggningar.
- Tjocklek och styvhetsmodul i alla lager i en vägkonstruktion.
- Hållfasthet, styvhet, och tvärkontraktionstal i stabiliserat material.
- Registrering av härdningsförloppet i cement/merit och kalk/merit stabiliserat material samt kalkmodifierad jord.
- Variationen i dynamisk styvhetsmodul i reaktorinneslutningar av betong.
- Packningskontroll av obundet material i vägöverbyggnader.
- Hydraulisk konduktivitet i geologiska barriärer.

Forskningsprojektet är aktivt och just nu pågår bland annat arbete med laboriemätningar på asfaltprover samt profilerande mätningar i fält med kontaktlösa givare. Det är av stor vikt att kunna mäta upp exakt samma fundamentala materialegenskaper i både laboratorium och fält som används vid design. Därför har en teknik baserad på egenfrekvensmätningar av asfaltprovkroppar i laboratorium utvecklats. Metoden kan tillämpas på både laborietillverkade provkroppar och borrhärdor med godtycklig storlek. Tillsammans med fältmätningarna ger detta en möjlighet att mäta upp asfaltens styvhetsmodul över olika frekvenser (masterkurva) på ett enkelt och kostnadseffektivt sätt i både laboratorium och fält, se exempel i Figur 2.



Figur 2. Exempel på asfaltens masterkurva (styvhetsmodulen som funktion av reducerad frekvens vid en referenstemperatur) vilken kan mätas upp i både laboratorium och fält med den nyutvecklade tekniken.

Arbetet med kontaktlösa givare (mikrofoner) gör det möjligt att mäta i rörelse och på så sätt kunna scanna av en hel väg i rimlig tid utan kostsamma avstängningar. En prototyp är under utveckling på Lunds Tekniska Högskola och exempel på resultat presenteras i Figur 3.



Figur 3. Forskning och utveckling av rullande mätsystem med kontaktlösa givare för kontinuerliga mätningar på asfalt, betong, och stabiliserad jord. Exemplet ovan visar resultat från två mätningar i samma linje på en parkeringsplats belagd med asfalt.

En utförlig beskrivning av metoden finns redovisad i sammanläggningsavhandlingen "Surface Wave Testing of Pavements" (Ryden, 2004).

Slutsatser

Inom projektet har en ny metod för oförstörande provning av alla typer av ingående material i förekommande anläggningskonstruktioner utvecklats. Metoden kan bland annat användas för att bestämma styvheten och tjockleken på olika lager i en vägkonstruktion. Arbete pågår för att utveckla snabbare och användarvänlig mätutrustning, samt fler tester för att kvantifiera osäkerheter och begränsningar i metoden. Metoden har implementerats i Peab's vägbyggnadskoncept "SwePave" och har tilldelats Sigge Thernwalls Stora Byggpris för forskning och utveckling inom anläggningsteknik. Under det senaste året har metoden börjat användas på universitet i Tyskland, Belgien, USA, Canada, Indien, och Kina.

Genomförande

Med stöd från VINNOVA, Vägverket, och SBUF och har projektet drivits som ett industridoktorandprojekt (Nils Ryden Peab/LTH) inom Väg-Bro-Tunnel konsortiet. Förutom Lunds Tekniska Högskola har Kansas Geological Survey i Kansas och Imperial College i London medverkat med värdefull handledning till projektet.

Ytterligare information och referenser

Kontaktperson:

Nils Rydén, Peab, tel 0733-374936, e-post: nils.ryden@peab.se.

Ryden, N., and Park, C.B., 2006, Fast Simulated Annealing Inversion of Surface Waves on Pavements using Phase Velocity Spectra, *Geophysics*, Vol. 71, No. 4, pp R49-R58.

Ryden, N., 2004, Surface Wave Testing of Pavements, Lunds Tekniska Högskola, ISBN 91-973406-4-2. (<http://lthtg.tg.lth.se/%7Enry/>)

Ryden, N., and Lowe, M., 2004, Guided wave propagation in three-layer pavement structures, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 116, No 5, pp 2902-2913.

Internet:

<http://lthtg.tg.lth.se/%7Enry/>
www.peab.se/Referensobjekt/Swepave

Sprickmätning på belagda vägar
Tero Lassila, Juha Äijö
Ramboll Finland Oy

Ramboll Finland Oy

Piispanmäentie 5
PL 3
02240 Espoo
Puhelin 020 755 611
www.ramboll.fi

Automatisk mätning av beläggningsskador

Datum 8.6.2007

Erfarenheter av sprickmätningar och analysering av resultat 2006

1	Bakgrund	2
2	Belagda vägnätet	2
3	Sprickmätning av beläggning	2
4	Resultat	4
5	Mätningens kvalitet	6
6	Erfarenheter av mätningar som utförts 2006	7
7	Slutsatser	7

1 Bakgrund

Projektet "Automatisk mätning av beläggningsskador" (APVM) är ett delprojekt till Vägförvaltningens stora VOH-projekt ("Förvaltning av infrastrukturegensdom").

Inom APVM-projektet har man utvecklat både utrustning och metoder för att automatiskt kunna uppmäta och dokumentera beläggningsskador, såsom sprickor.

Inventering och mätning av sprickbildning har i allmänhet gjorts subjektivt. I detta projekt har man utvecklat en metod för automatisk sprickmätning. Manuell sprickinventering är tidskrävande och den kräver också mycket resurser. Information, skapad med manuell inventering, är subjektiv och alltför mycket beroende av utföraren, trots att personalen är duktig och utbildad för arbetet.

APVM-projektet startade år 2004 genom att testa olika automatiska mätmetoder och –system för inventering av sprickbildning. I jämförelsemätningar märkte man att automatiska metoder kan producera pålitligt mätdata med bra kvalitet. Dessutom var de automatiska mätningarna snabba att utföra, jämfört med den visuella inventeringen.

Efter testmätningarna i 2004, valde Vägförvaltningen Ramboll Finland Oy för att utföra automatisk mätning av beläggningsskador.

2 Belagda vägnätet

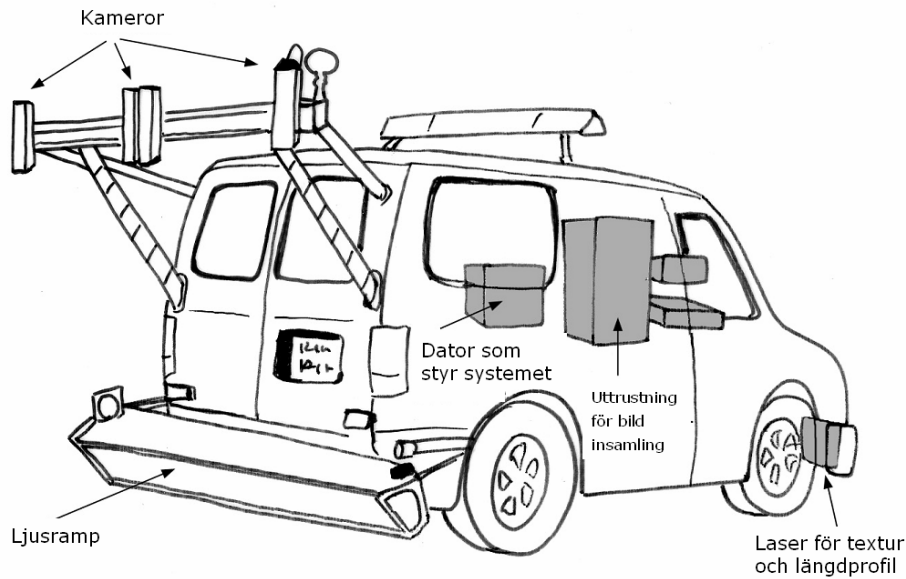
Vägförvaltningen gjorde ett två-årigt serviceavtal med Ramboll om att utföra automatiska sprickmätningar på belagda vägar under åren 2006-2007. Mätningarna i 2006 utfördes enligt planerna och den här rapporten presenterar erfarenheter och resultat av första årets mätningar.

I år 2006 mättes 11 300 km väg. Mätningarna utfördes i alla vägdistrikt och i samma proportion med vägnätets längd. Cirka 20 % av mätningarna gjordes på vägar vars genomsnittliga dygnstrafik är över 1500 ÅDT.

3 Sprickmätning av beläggning

3.1 Datainsamling

Mätutrustning samlar data med hjälp av fyra videokameror som avbildar vägytan kontinuerligt när fordonet kör. Mätningen görs i trafikens hastighet, liksom i andra vägytemätningar (jämnhets- och spår-mätning). Mätningen kan utföras på vilken tid på dygnet som helst och dess bredd är 3,5 meter. Fordonet körs mitt på körbanan, så att kameror på vänstra sidan avbildar mittlinjen. På smala vägar måste kameror på högra sidan dock avbilda beläggningen. Längdmätning görs med hjälp av en pulsgivare och GPS-lokalisering.



Figur 1. PAVUE utrustning, som används vid sprickmätningar. Principbild av mätutrustningens placering.

Mäthastigheten är 5–90 km/h. Fordonets alla kameror är synkroniserade att avbilda samtidigt. Måttidpunkt bestäms enligt sträckan, som pulsgivaren har registrerat. Ett belysningsystem, som belyser vägytan, hör till mätutrustningen, så att ljusförhållanden är enhetliga.

Utöver kameror, belysning och datorer i fordonet finns det också lasersensorer som mäter vägytans grovhet. Bilder som tas av vägytan lagras på band eller utbytbar hårddisk.

3.2 Spricktolkning

Före spricktolkning sammanfogas fyra parallella bilder som har tagits av vägytan. Så här blir det en bild, som visar ett körfält på bredden och oavbrutet på längden. Bilder, som visar hela måtbredden, analyseras på kontor och av dem görs en bildtolkning, en sprickanalys.

Beläggnings texturvärden styr parametrar som används i bildtolkningen. Det här är nödvändigt eftersom bakgrundsbrus, som ytans stenar och textur skapar måste tas bort. Samtidigt måste man säkra att data om riktiga sprickor inte tas bort när bakgrundsbruset elimineras. På grund av identifierade sprickor beräknas sprickvariabler, andel sprickor och andel sprickor i olika delar av körbanan.

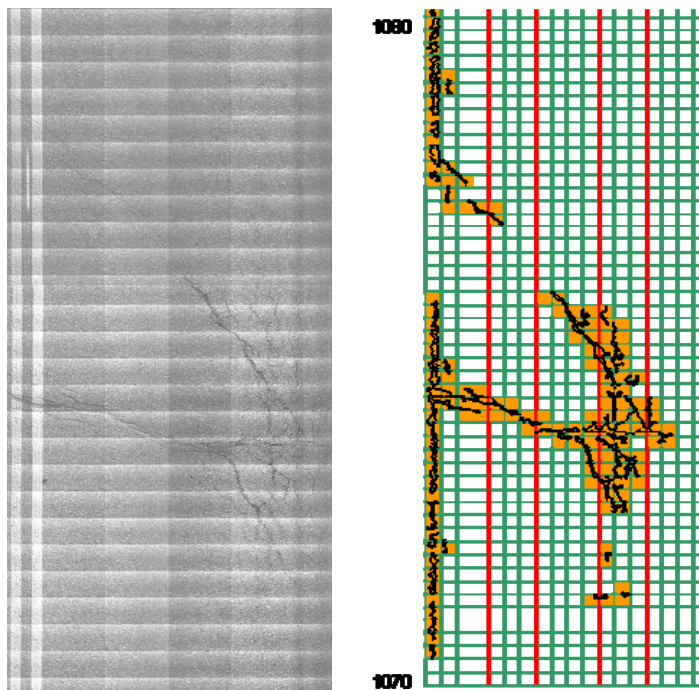
4 Resultat

4

Vägförvaltningens syfte är att mäta sprickbildning både på enstaka vägar och på hela vägnätet. Syftet är att klarlägga sprickbildningens andel samt att uppskatta sprickornas typ och kartlägga i vilken del av körfältet de förekommer. Vägförvaltningen får APVM-mätningars resultat, som är beräknade över 10 m och 100 m observationssträckor.

Sprickvariabler är parametrar som är utvecklade för särskilda funktioner. Vägförvaltningen använder nu en sprickparameter, som beskriver tillståndet på vägnätets nivå. Parametern kallas *andel sprickor* (översatt från finska) och dess enhet är %. *Andel sprickor* beräknas med hjälp av rutnätet, som är lagd över mätområdet i bildtolkningen.

I Finland används rutnät med 20 x 20 cm rutor som placeras över det uppmätta området. Varje ruta där det finns sprickor anses vara sprucken. Andel spruckna rutor räknas. Rutornas storlek bestäms separat för bildtolkning enligt behov. Figur 2 visar 10 m sammanställning av digitala bilder och motsvarande sprickkarta med rutnät- och körspår.



Figur 2. Bilden som är samlad från vägen och resultat av spricktolkning.

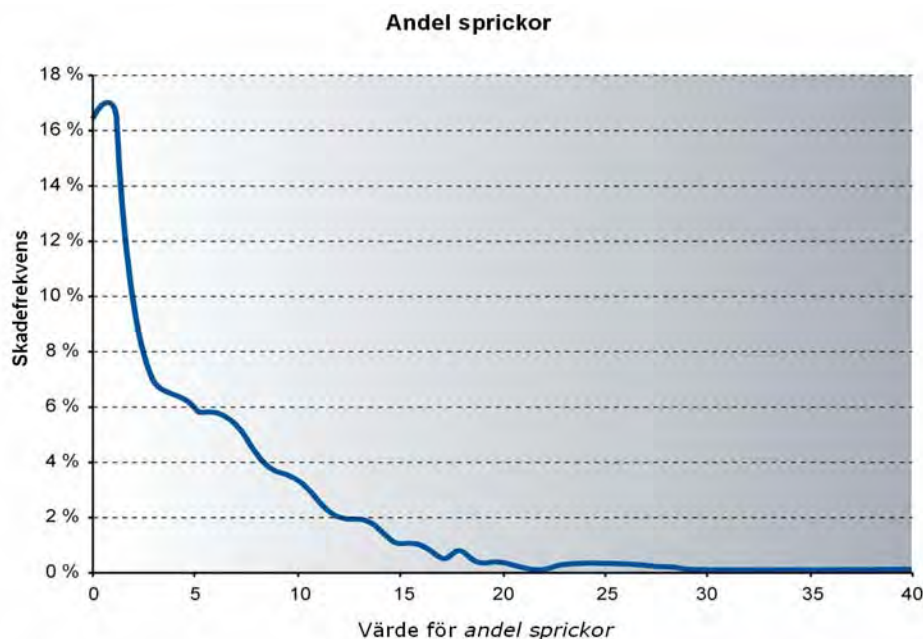
I Finland används en parameter, för att avbilda hela körfältets sprickbildning, samt fem olika parametrar, i vilka andelen sprickor beräknas i fältets olika delar. Vägens körspårs läge har bestämts geometriskt, eftersom deras läge inte ännu kan bestämmas dynamiskt. Det vänstra körspåret börjar 80 cm från mätområdets

vänstra kant och körspåret är 60 cm brett. Området mellan spårfälten är 80 cm brett och också det högra körspåret är 60 cm på bredden. Området på dikessidan är 70 cm brett, på grund av att måtbredden är 3,5 meters. Med hjälp av de här gränserna kan körbanan delas in i fem delar: körspår, fältets vänstra kant, fältets högra kant och mittområdet mellan spåren. *Andel sprickor* i körbanans olika delar definieras genom att jämföra antalet spruckna rutor på området med områdets alla rutors antal. Körbanans olika delar visas i sprickkartan (CTM, Cracked Tile Map) som gulfärgad. (se figur 2)

Sprickparametrar som definieras på körbana (%) :

- VO Andel sprickor på hela körfältet
- VO_vas Andel sprickor på fältets vänstra kant
- VO_auv Andel sprickor i vänstra körspåret
- VO_keski Andel sprickor mellan körspår
- VO_auo Andel sprickor i högra körspåret
- VO_oik Andel sprickor på fältets högra kant

Figur 3 visar hur uppmätta resultat från 2006 (räknat över 100m observationsträckor) fördelar sig. Största delen av de uppmätta vägarna har *andel sprickor* under 5 %, vilket betyder att sprickbildningen är liten. Värden över 5 % betyder att sprickbildning har börjat och över 10 % betyder att åtgärder behövs.

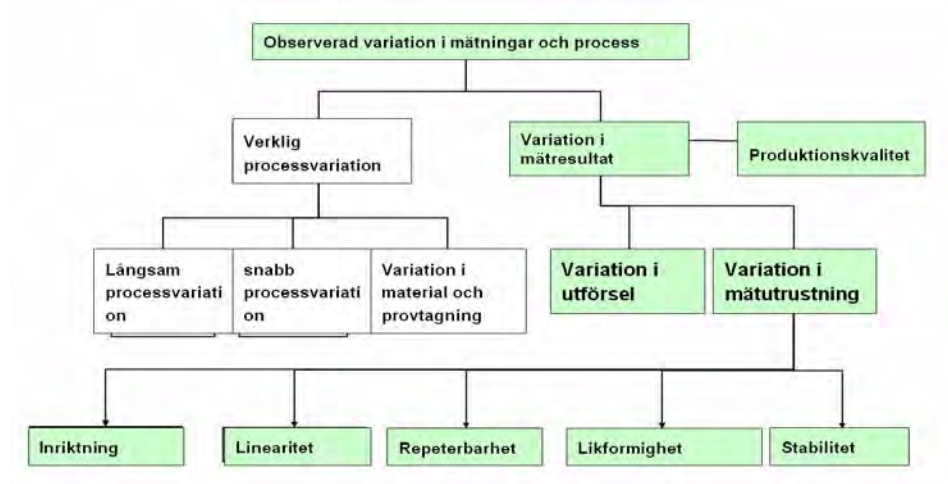


Figur 3. Resultatfördelning av uppmätta värden för **andel sprickor** i 2006.

5 Mätningens kvalitet

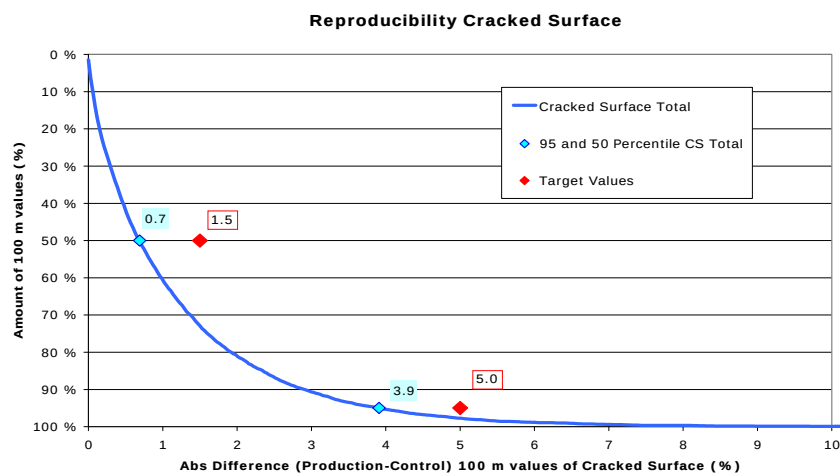
6

Den automatiska sprickmätningens kvalitet har motsvarat riktigt bra resultat från jämförelsemätningar i 2004. Kvalitetskontroll och kännedom om faktorer som påverkar kvaliteten är viktigt för datautnyttjandes skull. Figur 6 visar en modell som används i övrika vägmätningars och sprickmätningars kvalitetsarbete. Modellen förklarar några faktorer som påverkar det resultat som är mätt från vägytan.



Figur 4. Olika faktorer som påverkar mätkvalitet och spridning som man har i mätresultat. (Qualitas Fennica Oy / editerad P.Virtala/Vägförvaltningen).

Figur 5 visar årets 2006 produktions- och kontrollmätningars verkliga och krävda kvalitet, dvs repeterbarhet.



Figur 5. Repetitionsmätningars (produktion- och kontrollmätningar) relativa skillnader och kvalitetskrav för mätningar.

50 % av observationer har mindre skillnad än 1 % mellan två mätningar. Resultatet motsvarar de förväntningar man har på metoden.

7

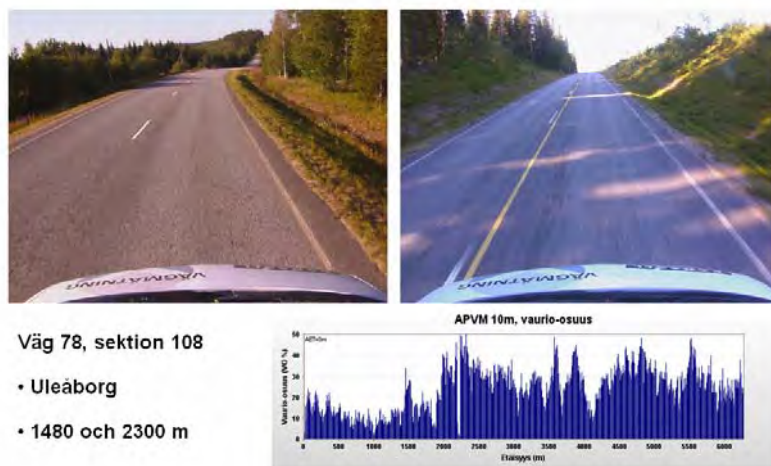
6 Erfarenheter av mätningar som utförts 2006

Utförandet av sprickmätningar är på sätt och viss lättare än motsvarande vägytemätningar. Om vägytan är blöt blir bilderna överexponerade. Därför bör sprickmätningar inte göras på våta beläggningar.

Man har pratat om mätbredden, som är 3,5 m. Enligt anvisningarna måste kameror på högra sidan avbilda beläggningen. Det betyder att på smala vägar är kamerorna på vänstra sidan betydligt inne på det andra körfältet. Då är körspåren med standardbredd också i fel läge. En lösning kunde vara att göra mätbredden smalare till 3,2 meter.

I bildtolkningens kvalitetsbedömning har cirka 1 % av mätningarna krävt granskning och omvärdering. Det har funnits två orsaker till det här: grovt, ljust stenmaterial, som använts i beläggning på riksvägar, vilka har behandlats med Remix-metod, samt lossning och hålbildning i beläggningen.

Lossning i beläggningen orsakar höga andelar sprickor och de accepteras som en del av sprickdata.



Figur 6. Lossning i beläggningen märks i spricktolkningen.

7 Slutsatser

Det kan sägas att man med hjälp av den automatiska sprickmätningssmetoden (APVM) kan utföra produktionsmätningar på vägnätsnivå. Resultaten från sprickmätning, tillsammans med resultat från vanliga vägytemätningar, är normalt ett mycket bra underlag för bedömning av underhålls- och insatsbehov.

Automatisk mätutrustning noterar tydliga och stora sprickor. Då man jämför resultat från traditionell bedömning med resultat från automatiska sprickmätningar så motsvarar resultaten varandra och vägytans verkliga kondition. Sprickor detekterade med metoden kan hittas från vägytan och de kan verifieras i bilder från vägytan.

Den automatiska sprickmätningmetoden har tagits i bruk av Vägförvaltningen i Finland. Tack vare metoden har man kunnat frångå den traditionella subjektiva metoden för uppskattning av sprickskador.

Information insamlas nu om *andelen sprickor* samt deras läge på körbanan. Med hjälp av bildtolkningens resultat har sprickbildningsdata utvecklats framåt och metoden ger ytterligare möjligheter till att utveckla vägarnas tillståndsbedömning. Till exempel om sprickor förekommer mest i körspår är sprickbildningen förmodligen orsakad av trafikbelastning.

Vägförvaltningen är intresserad av nya möjligheter att utnyttja sprickmätningdata. Ett av de nya projekt som sammanhänger med sprickmätning, är att utforska hur man kunde använda mätdata i kvalitetskontroll för stora och långvariga vägbyggnadsprojekt. Också entreprenörerna är intresserade av att utnyttja automatisk sprickmättningsresultat i långvariga projekt.

Automatisk sprickmätning har prövats i praktiken (11 300 km i 2006). Under år 2007 skall man utföra 1400 km mätningar. Mätinformationen är pålitligt och ger nyttig information om sprickbildningen på vägen och på hela vägnätverket.

Koldblandet genbrugsasfalt - fremtidens vej i Danmark?

Foredraget om Koldblandet genbrugsasfalt (KGA) bygger på vores afgangsprøve fra DTU Diplom Bygning sidste sommer.

Kombinationen af den moderne samfundsopfattelse, hvor bl.a. miljøet sættes i højsæde og en ressourcebesparende produktionsteknik er kernen i rapporten. Selv om idéen ikke er ny, så har KGA ikke eksisteret i Danmark længe nok, til at man med sikkerhed ved, hvilke fordele og ulemper der er med den. Vi har forsøgt at undersøge og svare på nogle af de væsentligste spørgsmål i vores rapport.

I vores foredrag vil vi vise den danske KGA's materialetekniske egenskaber med hjælp af anerkendte prøvningsmetoder og normforskrifter fra både Danmark, Norge og Sverige.

Efter at have fået et vist kendskab til KGA's egenskaber vil vi vise, hvilke resultater vi har fået med at dimensionere en vej efter den analytisk-empiriske metode med KGA.

På baggrund af denne dimensionering har vi set nærmere på de ressourcebesparende og økonomiske perspektiver. Dette vil blive vist med at sammenligne KGA med den traditionelle asfalt (VBA) mht. ressourceforbrug og pris pr. ton asfalt.

Til slut samler vi trådene med dels at vise, hvilke fordele og ulemper vi er nået frem til med dansk KGA, og derefter et oplæg til fremtidens arbejde.

Rapporten er skrevet af Jón Petersen og Lars K. Christensen

WARM MIX ASPHALT TECHNOLOGY ADOPTION

Ólöf Kristjánsdóttir, Transportation Engineer
VGK-Hönnun Consulting Engineers
Reykjavik, Iceland
olof@vgkhonnun.is

INTRODUCTION

Warm mix asphalt (WMA) is the broad term typically used for technologies that seek to lower emissions and reduce energy consumption by lowering the temperature at which asphalt mixtures are produced and placed. This paper examines the costs, benefits and risks associated with WMA technologies in an attempt to determine their most promising implementation path.

By looking at basic economic calculations, a survey of the Icelandic pavement industry and results from two projects in Maryland, U.S.A., the conclusion is drawn that it is unlikely that lower emissions and reduced energy consumption will be the catalysts for widespread WMA use because currently these benefits only overcome WMA costs in isolated scenarios. Reduced viscosity, however, makes the best business case for widespread WMA technology adoption because this benefit offers cost and risk reduction.

Although this paper examines published cost estimates and evidence of certain WMA benefits, these numbers should not be construed as an endorsement of any particular WMA technology over another. Further, the rigor of this paper is not in the detailed material property analyses but rather in a fair assessment of the business case for WMA adoption.

This article is a shortened version of a paper that was written in 2006 by Ólöf Kristjánsdóttir, Stephen T. Muench, Assistant professor at the University of Washington, Larry Michael, LLM Asphalt Technology Consulting and Gloria Burke, Maryland State Highway Administration, for publication at the TRB 86th Annual Meeting, and was based on the work done by Ólöf Kristjánsdóttir for her masters thesis at the University of Washington in 2006.

PRINCIPAL TYPES OF WARM MIX ASPHALT (WMA)

With HMA, heat is used to dry aggregate and reduce asphalt viscosity so that the asphalt will adequately coat the aggregate during mixing. With WMA, the heat is reduced and the asphalt viscosity reduction is assisted by (1) introducing water, chemicals or wax as an additional lubricant in the mixing process, (2) foaming the asphalt, or (3) combining the asphalt with water or other chemicals as in an emulsion. Currently, there are several substantially different methods for producing what is broadly termed WMA (Table 1).

TABLE 1 Warm Mix Asphalt Technologies Summary

Technology	WAM Foam	Aspha-Min	Sasobit	Evotherm
Producer	Shell & Kolo-Veidekke, Norway	Eurovia Services Germany	Sasol Wax Germany	MeadWestvaco, U.S.
Technology	2-part process: soft asphalt added first, then hard, foamed asphalt	Zeolite (21% water)	Fischer-Tropsch (FT) paraffin wax	Emulsion (70% asphalt) with additives
Recommended addition rate		0.3% by mix weight	0.8 to 3% by weight of asphalt binder	
Advertised mixing temperature reduction ^a	43 - 63°C	30°C	18-54°C	50-75°C
Plant modifications	Yes, for foam	Yes, to add material	Yes and no ^d	Minimal, if any
Reduced emissions ^b	30-98%	75 – 90%	No information	40 – 60%
Reduced energy consumption ^c	30 – 40%	30%	20%	50 – 75%
a. As compared to a standard of 160°C for HMA. (1,2,3,4,5). b. (6,7,8). c. (7,8,9,10,11,12). d. Modifications are necessary if Sasobit is added to the mixture, but not if Sasobit is added to the binder beforehand.				

WMA COSTS

Use of WMA technologies involves increased cost associated with equipment modification, royalty fees (for WAM Foam) and the cost of materials (e.g., Aspha-min, Sasobit and Evotherm) (see Table 2). The purpose of Table 2 is not to compare WMA technology costs, but to show that WMA has an associated cost that must be at least matched by their perceived benefits. Assuming WMA use increases, these costs will likely decrease over time.

TABLE 2 WMA Technology Cost

WMA Technology	WAM Foam ^a	Aspha-min	Sasobit	Evotherm ^b
Equipment modification or installation costs	\$30,000-\$70,000	\$0-\$40,000	\$0-\$40,000	minimal
Royalties	\$15,000 first yr \$5,000/plant/yr \$0.30/ton	None	None	None
Cost of material	N/A	\$1.3/kg ^c	\$1.7/kg ^d	7-10% more than asphalt binder
Recommended dosage rate	N/A	0.3% by weight of mix	1.5 to 3% by weight of binder	Use in place of asphalt binder
Approximate cost per ton of mix	\$0.30 ^e	\$3.60	\$1.30 – \$2.60	\$3.50 – \$4.00
a. (13,14) b. (15) c. (16) d. (17) e. Not including royalty costs.				

WMA BENEFITS

Interest in WMA seems to be driven by three major benefits associated with its use:

- Lower plant emissions during production, which benefits environment and personal health.
- Reduced energy consumption, which lowers fuel use and production costs.
- Reduced mixture viscosity, which can improve workability and compaction efficiency.

This section is an attempt to evaluate the potential practical and business impacts of each perceived benefit and evaluate the likelihood that a perceived benefit will be a driving factor in WMA use.

Lower Emissions

Reported measurements (6,7,8) show that pollutant emissions during WMA production are lower than those during HMA production. WMA emission measurements have been reported ranging between 30 and 98% of that for HMA depending on conditions (6,7,8). The importance of this WMA benefit

depends on the local environmental situation. Where emission regulations are getting stricter, reduced emissions can help meet the new limits. Reduced emissions may also encourage WMA use in densely populated areas where new emission sources are tightly controlled. However, unless there are requirements from authorities or special incentives for HMA producers to lower emissions, there may not be a direct economic benefit to the producer. Without a direct and quantifiable benefit to the producer, the importance of this WMA benefit in practice is limited.

In the U.S., the economic or regulatory incentive for HMA plants to adopt WMA technologies in order to reduce emissions exists but is limited (18). In Iceland, it appears that HMA plants are in full compliance with air quality regulations, thus the incentive to adopt WMA to reduce emissions remains low until emission limits are lowered (19,20).

Overall, HMA plants located in non-attainment or similar areas may see some economic incentive in selling their reduced emissions or increasing their mix output through WMA use. However, for other HMA producers there is little incentive. If lower emissions alone are to be a widespread viable incentive the rules must be changed: either stricter air quality standards or a formal inclusion of WMA as an emissions control technology (e.g. BACT).

Reduced Energy Consumption

Where the energy consumption for a WMA technology was measured, there was typically a 20 to 75% reduction compared to regular HMA production depending on how much the production temperature was lowered (7,8,9,10,11,12). The importance of this benefit depends on the type and cost of energy. In areas where energy cost is relatively high this benefit can be a significant incentive, while in areas where costs are relatively low this benefit is less of an incentive.

In general, HMA plants consume energy in two forms: (1) fossil fuel burned to heat and dry the aggregate, and (2) electricity to power all other machinery. Table 3 shows general costs for producing HMA and estimated savings from WMA based on these costs.

TABLE 3 Cost of Producing HMA and Savings from WMA for Select Locations

Location	Iceland	Honolulu, HI	Joliet, IL
Fuel Source	Fuel oil	Diesel	Natural gas
Fuel cost to make 1 ton of HMA ^a	\$5.00 – \$7.50	\$4.40 – \$9.00	\$1.75 – \$2.80
Electricity cost to make 1 ton of HMA ^b	\$0.16 – \$0.28	\$1.44 – \$2.53	\$0.36 – \$0.64
Total energy cost to make 1 ton of HMA	\$5.16 – \$7.78	\$5.84 – \$11.53	\$2.11 – \$3.44
20% savings with WMA	\$1.00 – \$1.50	\$0.88 – \$1.80	\$0.35 – \$0.56
50% savings with WMA	\$2.50 – \$3.75	\$2.20 – \$4.50	\$0.88 – \$1.40

a. Numbers taken from personal correspondence with a producer in each area. Aggregate moisture content assumed typical at 2 – 4%.

b. Average industrial retail price for each region, from the web page of Reykjavik Energy, www.or.is or (21). Taken as the average of 8 to 14 kWh per ton obtained from (20).

Overall, in places where fuel is relatively expensive (e.g., Iceland and Hawaii) the energy savings could offset the increased WMA expense (Table 2), if energy savings were on the order of 50%. Otherwise energy savings alone are less than the expense of WMA. As WMA costs decrease in the future as some expect them to (22) and if fuel costs continue to outpace inflation, WMA could become a net economic benefit based on reduced energy consumption alone.

Reduced Viscosity

Reduced mixture viscosity can be beneficial in several ways although the effect each WMA technology has on viscosity and the information available varies somewhat. In general, all WMA technologies should be able to produce the following benefits in some form:

- **Improved workability.** Lower viscosity usually results in better workability and a less sticky mixture. While this benefit is difficult to quantify, it is reasonable to assume that, all other

things being equal, improved workability can result in higher quality construction. Some reports indicate that at substantially reduced temperatures WMA has less workability (10,11,12,23).

- **More compaction per roller pass.** Because WMAs generally have lower viscosity, each roller pass provides more compaction, thus reducing the total number of roller passes needed to achieve a specified density.
- **Better workability and compaction of stiff mixes.** Stiff mixes, such as those incorporating highly modified binders or a large percentage of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP), can be made easier to work and compact by the addition of WMA.
- **Better compaction at lower temperatures.** If compaction can be improved at lower temperatures (3,4,7 suggest it can), then HMA operations limited by mix cooldown and cessation temperature (the temperature below which a mix becomes stiff enough to resist further compaction regardless of the applied compactive effort) can be extended. Specifically, if better compaction per roller pass at lower temperatures can be achieved then cooler weather and its associated faster mix cooldown rates can be overcome to some degree with WMA.

Overall, viscosity reduction may provide the best business case for WMA technology implementation because it can reduce workability and compaction risks; risks that, if realized, carry costs that can far outweigh WMA costs.

RISK

There is a certain amount of risk associated with any new technology. With WMA they are:

- **Long-term performance.** WMA is relatively new; even the earliest test sections in Europe are about 10 years old (7,24). While generally good performance is claimed so far (7,8), substantial empirical evidence of surface lives equal to or longer than those for comparable HMA mixtures is needed to reduce this risk.
- **Uncertain use.** WMA technologies require some up-front investment. Without a commitment to use or specific contractual language, contractors may be unwilling to take on this additional investment risk and WMA use could stagnate at the current agency-sponsored trial stage.

The following sections present the two case studies mentioned earlier.

CASE STUDY: SURVEY OF ICELAND'S PAVING INDUSTRY

In 2006, a survey was conducted among ten professionals from various sectors of Iceland's paving industry in order to evaluate WMA's potential for market acceptance in a cold weather area. The paving industry in Iceland is relatively small, therefore, while the number of survey participants is relatively small, key producers, consultants and researchers were represented, making the results a fair representation of the overall market receptivity. The survey included a brief three page summary on WMA, however eight of the respondents were already familiar with WMA. This section summarizes the survey's main findings (for details see 25).

Nine out of ten mentioned weather conditions (cold, wet or changeable weather) as the cause for the most common paving problems in Iceland and four also mentioned it as a cause for the most costly problems. Issues such as long haul distances and lack of good aggregates were commonly mentioned.

WMA Benefits

Four respondents mentioned lower emissions as beneficial. One mentioned that environmental benefits would become more important in the future and using WMA for paving in tunnels was mentioned. One believed that environmental awareness was not high enough for WMA to be accepted.

Six respondents mentioned energy reduction as a WMA benefit. However, three respondents were doubtful of how beneficial it would really be in practice (e.g., one doubted that the reduced drying temperature will sufficiently dry the porous Icelandic aggregates).

Nine of the ten respondents mentioned viscosity reduction (e.g. as increased haul distances, better compaction) as a benefit either generally or particularly for Iceland. Eight of the respondents agreed that WMA could have a significant impact on problem areas in Icelandic paving. Other benefits gained by using WMA as a compaction aid were mentioned (e.g. placement at lower temperatures and a longer paving season). Three answers implied that paving is done nearly year-round already and therefore while WMA would not lengthen the paving season it might increase the quality and workability of the mix for winter paving projects. Because of frequent temperature oscillations around 0°C during the Icelandic winter and long periods of wet weather, good compaction is critical for acceptable pavement performance (in-place air voids must be below 3% according to specifications).

WMA Drawbacks

Seven respondents mentioned lack of information about quality and long-term performance as a drawback. Two were worried about aggregate stripping, and one brought up the possibility of insufficient aggregate drying. This indicates that people might be unwilling to lower production temperatures as much as WMA allows.

Five respondents mentioned cost-benefit concerns. In general, they indicated that WMA will only be an option if it costs the same as or less than regular HMA, unless (1) environmental regulations become stricter or (2) it provides some quality or construction benefit, then a moderate increase in cost would be acceptable.

Overall, this survey indicates that industry personnel generally view WMA technologies as useful if they make economic sense and current sentiment is that the most viable use would be to improve cool weather paving through reduced mixture viscosity. Eight of ten respondents were generally positive towards WMA and two were skeptical, but more skeptical towards Icelandic conditions and the industry's receptivity rather than towards WMA technologies directly.

CASE STUDY: HIGH RAP CONTENT MIX WITH SASOBIT IN MARYLAND

In 2005, the Maryland State Highway Administration (MDSHA) and the Federal Highway Administration conducted two demonstration projects using Sasobit WMA technology as a workability and compaction aid for mixes with high content of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP). In each of these projects collected information does not meet the guidelines for demonstration projects set forth by the National Asphalt Pavement Association, however, the purpose of this case study is meant to show that (1) at least one agency is investigating WMA as a compaction aid for high RAP mixtures, and (2) such a use can be successful.

SR 28 in Montgomery County

This project involved patching and overlaying 11 km of two-lane road. It consisted of over 200 patches of variable depth and size followed by a 50 mm overlay of the entire project. HMA used on the project contained 25% RAP except during the demonstration which used HMA with 45% RAP and WMA with 45% RAP to pave patches.

An Astec Double Barrel plant was retrofitted with a fiber feeder to blow Sasobit into the HMA at a rate of 2.3 kg/min for a target HMA production rate of 225 tons/hr resulting in 1.5% by weight of asphalt binder.

SR 925 in Charles County

This project involved of overlaying 4 km of two-lane road. It consisted of a 12.5 mm leveling course (with 15% RAP) and a 25 mm surface course (with 35% RAP).

An Astec drum plant was retrofitted with a fiber feeder to blow Sasobit into the HMA at a target HMA production rate of 250 to 275 tons/hr to give 1.5% by weight of binder.

Laboratory testing. After laboratory testing for both projects, that included mixture stiffness, rutting resistance, fatigue cracking resistance, thermal cracking resistance, moisture sensitivity and aging, a report (26,27) concluded:

“...there is no adverse effect on pavement performance from the use of Sasobit as a compaction aid in high RAP content mixtures. ... Sasobit marginally increases the high temperature stiffness of the mixture, but has no effect on intermediate and low temperature stiffness. At this concentration, aging characteristics and the rutting, fatigue cracking, and thermal cracking resistance of the mixture are not significantly affected by the addition of Sasobit.”

Field Testing. For the SR 28 project, all compaction targets were met with a typical 40% reduction in the number of roller passes needed. For the SR 925 project, all compaction targets were met but the HMA required more compactive effort than the WMA.

Workability. Significant comments or observations for the SR 28 project were:

- One of the authors noted:
 - The control mixture was very difficult to shovel and nearly impossible to sample from the truck after loading despite a 166°C target production temperature.
 - The WMA was much easier to shovel, however it was still a little stiff.
 - The WMA was easier to sample at 154°C than the control mix was at 166°C.
- The WMA was easier to work with in the laboratory.
- The WMA mix was easier to use and less rolling was needed to achieve the specified density.

Significant comments or observations for the SR 925 project were:

- The MDSHA noted:
 - The HMA surface, placed at 157°C was tearing badly, necessitating a production temperature increase to 177°C.
 - The mat handled much better with the Sasobit added.
- The HMA was difficult to handle at the 154°C placement temperature.

Although these comments are subjective, they indicate a general sentiment that the WMA was less viscous and more workable than the HMA.

Financial Implications. In the SR 28 project, switching from 25% RAP to 45% RAP with WMA resulted in a net savings of \$4.55/ton. It seems that the financial benefits of high RAP mixtures with WMA as a workability and compaction aid can outweigh the cost of the WMA technology.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Several WMA technologies are gaining traction as evidenced by the increasing number of demonstration projects. These technologies are typically promoted on the basis of:

- **Lower emissions.** While benefits are well-documented, they are only likely to overcome WMA costs in high emission areas or in light of future stricter environmental regulations.
- **Reduced energy consumption.** While benefits are well-documented, the present cost of WMA per ton of mix is greater than the anticipated fuel savings except in areas of high energy costs like Hawaii and Iceland.
- **Reduced viscosity.** Reduced viscosity has the potential to reduce risk associated with cool weather paving and compacting stiff mixes as well as improve general compaction efficiency. Rough calculations also show WMA could allow contractors and agencies access to substantial savings associated with high RAP mixtures. Interviews in Iceland point to an industry receptiveness to this benefit and two demonstration projects in Maryland show the potential for practical application.

While lower emissions and reduced energy consumption are admirable benefits, by themselves they do not make a strong business case for WMA technology adoption. Reduced viscosity either by itself or in combination with other benefits seems to be the most likely avenue for widespread WMA technology adoption because they could allow owner agencies and contractors to (1) reduce compaction risks associated with cold weather, (2) reduce compaction equipment needed on the jobsite, and (3) lower the risk of poor compaction when working with stiff mixtures. The next steps to WMA adoption are:

- **Determine long-term performance.** Accelerated pavement testing could play a critical role.
- **Life cycle analysis.** A full life cycle analysis that accounts for long-term performance and the manufacture, storage and transport of WMA as well as mix production and construction would create a clear understanding of their overall benefit/cost to society.
- **A commitment to use by owner agencies.** Owner agencies rightfully treat new technologies with skepticism. If risks are limited and agencies desire to use WMA then a practical specification framework must be implemented.

REFERENCES

1. Koenders, B.G., D.A. Stoker, C. Bowen, P. de Groot, O. Larsen, D. Hardy & K.P. Wilms. *Innovative processes in asphalt production and application to obtain lower operating temperatures*. 2nd Eurasphalt & Eurobitume Congress, Barcelona, Spain September 2000.
2. Aspha-min GmbH. Website for Aspha-Min®, Hanau, Germany, 2005. Accessed November 2005. www.asphamin.com
3. Hurley, G.C. and B.D. Prowell. *Evaluation of Aspha-min® zeolite for use in warm mix asphalt*. NCAT Report 05-04. National Center for Asphalt Technology, Auburn University, USA, June 2005.
4. Hurley, G.C. and B.D. Prowell. *Evaluation of Sasobit® for use in warm mix asphalt*. NCAT Report 05-06. National Center for Asphalt Technology, Auburn University, Auburn, AL, June 2005.
5. Prowell, B.D. and G.C. Hurley. Starting to Warm. *Roads and Bridges*, volume 42, number 9, 2005.
6. de Groot, P.C., C. Bowen, B.G. Koenders, D.A. Stoker, O. Larsen, J. Johansen. *A comparison of emissions from hot mixture and warm asphalt mixture production*. IRF World Meeting, Paris, 2001.
7. Larsen, O.R., Ø. Moen, C. Robertus, B.G. Koenders. *WAM Foam asphalt production at lower operating temperatures as an environmental friendly alternative to HMA*. 3rd Eurasphalt & Eurobitume Congress, Vienna, 2004.
8. Barthel, W., J.P. Marchand, M. Von Devivere. *Warm asphalt mixes by adding a synthetic zeolite*. Eurovia. www.asphamin.com. Accessed November 2005.
9. Naidoo, P. *Fischer-Tropsch Hard Wax Chemistry in "Warm Mix Asphalt" Applications*. Presentation document. Petersen Asphalt Research Conference. June 2005.
10. Davidson, J.K. *Evotherm Trial: Aurora, Ontario, August 8 2005*. McAsphalt Engineering Services, Research Centre, Toronto, ON, August 31, 2005. <http://www.meadwestvaco.com/asphalt.nsf/v/evothermnews?OpenDocument>
11. Davidson, J.K. *Evotherm Trial: City of Calgary, September 28 2005*. McAsphalt Engineering Services, Research Centre, Toronto, ON, January 9, 2006. <http://www.meadwestvaco.com/asphalt.nsf/v/evothermnews?OpenDocument>
12. Davidson, J.K. *Evotherm Trial: Ramara Township, Road 46 October 4,5 2005*. McAsphalt Engineering Services, Research Centre, Toronto, ON, December 12, 2005. <http://www.meadwestvaco.com/asphalt.nsf/v/evothermnews?OpenDocument>
13. According to electronic mail from Øyvind Moen, Kolo Veidekke, Norway. February 10, and January 19, 2006.
14. A Prowell and Hurley presentation accessible at: http://www.pavementpreservation.org/library/getfile.php?journal_id=735
15. According to phone conversation with Johathan MacIver, Business Development Manager, Asphalt Innovations, MeadWestvaco. July 28, 2006.
16. According to electronic mail from Barry McKeon, Technical Manager at Hubbard Construction Company in Orlando, Florida. February 6, 2006.

17. According to electronic mail from Matthias Nolting, Business Unit Manager, Sasol Wax. January 19, 2006.
18. Environmental Protection Agency (EPA). *The Plain English Guide to the Clean Air Act*. U.S. EPA, Washington, D.C., 2006. http://www.epa.gov/oar/oaqps/peg_caa/pegcaain.html
19. Environmental and Food Agency of Iceland. Agency website. <http://www.ust.is/RadgjofOgThjonusta/Mengunarvarnir/nr/1460>. Accessed January and July 2006.
20. Environmental and Food Agency of Iceland. Agency website. Yearly reports from Malbikunarstodin Hofdi, Malbikunarstod Akureyrar and Hladbaer-Colas, all accessible at http://www.ust.is/Mengunarvarnir/Graent_Bokhald/. Accessed July 2006.
21. Energy Information Administration (EIA). *Electric Power Monthly*. EIA, U.S. Department of Energy, Washington, D.C., June, 2006. http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/epm/epm_sum.html
22. McKenzie, P. Taking a Closer Look at Warm Mix. *Better Roads*, James Information Media, Des Plaines, IL, June 2006.
23. Michael, L.L. and Layman, L.R. *Missouri Department of Transportation and Pace Construction Warm Mix Demonstration Project*, St. Louis, Missouri, May 17-26, 2006. LLM Asphalt Technology Consulting, 2006.
24. *Sasobit: Roads and Trials with Sasobit*. Product information. Sasol Wax, Germany, 2004.
25. Kristjansdottir, O. *Warm Mix Asphalt for Cold Weather Paving*. Master's Thesis. University of Washington, Seattle, WA. 2006.
26. Advanced Asphalt Technologies. *Performance Evaluation of High RAP Base Mixture Containing Sasobit®*. Advanced Asphalt Technologies, LLC, Sterling, VA, August 2005.
27. Advanced Asphalt Technologies. *Performance Evaluation of High RAP Surface Mixture Containing Sasobit®*. Advanced Asphalt Technologies, LLC, Sterling, VA, December 2005.

Ny, norsk vegprofilskanner 2007



Torleif Haugødegård
Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen Trondheim mai 2007

Noen trafikanter må ha gode spor....



Mens andre trafikanter får advarsler om spor....



Bakgrunn, ALFREDbilenes historie

Statens vegvesen har siden 1987 brukt målebilen ALFRED til kartlegging av vegdekkenes tilstand i form av hjulspordybder, tverrfall og ujevnheter IRI*. ALFREDbilene ble utviklet i et samarbeid mellom Vegdirektoratet, vegvesenets distriktskontor i flere fylker og flere private firma.

Siden 1997 har måleutstyrets tekniske konstruksjon vært uendret og basert på 17 ultralydsensorer for måling av tverrprofilen over kun 2m bredde.

Lengdeprofilen er målt med 1 lasersensor over ytre hjulspor.

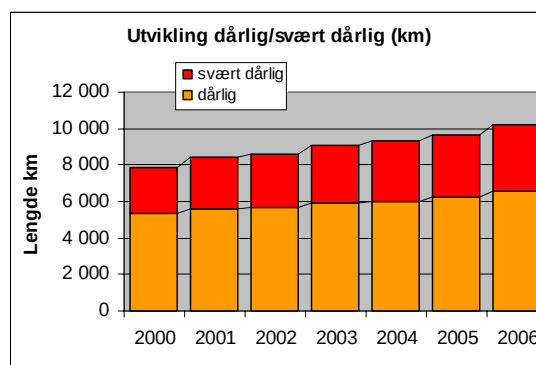
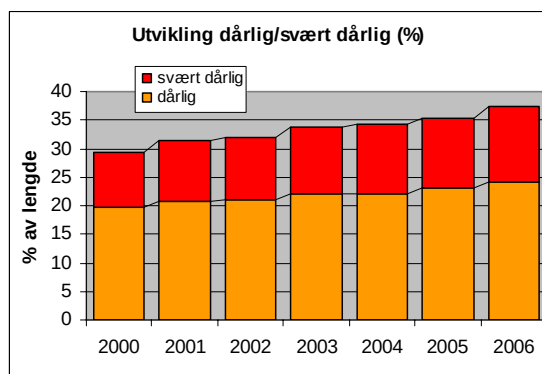
Digitale stillbilder er tatt hver 20 m i begge kjøreretninger samtidig med tilstandsmålingene.

13 målebiler har utført årlige måleprogram på over 80000 km med målinger i begge kjøreretninger på riks- og fylkesvegnettet, et måleomfang som i 2006 var litt over 96% av riksvegnettets lengde.



12 ALFREDer på kalibreringssamling i Sarpsborg april 2002

Måleresultatene har gitt god dokumentasjon av vegdekkenes urovekkende tilstandsutvikling de siste åra for Norges 27000 km riksvegnett:



*) International Roughness Index, ujevnhetsindeks for lengdeprofilen i ytre hjulspor.

ALFRED erstattes av ViaPPS

Både ultralydsensorene og programvaren i ALFRED hadde i 2005 nådd en alder og kvalitet som gjorde det nødvendig å finne erstatningsutstyr basert på nyere teknologiplattformen med bedre egenskaper. Vi ønsket bl.a. å fjerne den tunge og trafikkfarlige målebjelken foran på bilen og samtidig kunne måle hele kjørefeltets bredde (minst 4 m).

Etter en vurdering av tilgjengelig måleutstyr på verdensmarkedet ble det bestemt å utvikle et måleinstrument som skulle registrere tverrprofilens form med en laser som skanner vegdekkets overflate. Utviklingsprosjektet startet i 2005 basert på et forslag fra firmaet ViaTech AS, Kongsberg. To prototyper ble levert i 2006 og seks enheter vil være i drift i Statens vegvesen høsten 2007.

Good old ALFRED! 20 years in service!



Beam technology with 17 Ultrasonic Sensors!

ViaTech Pavement Profile Scanner - ViaPPS



One scanning Laser Sensor takes over!

Mange forskjellige typer tverrprofil må vegprofilskanneren kunne registrere.

Gjennomslitt asfalt på Norges hovedveger E6 Gardermoen 2007



og E18 Sandefjord 2006



Spordybdeparasjoner v/sporfyllingstiltak på E6 nord for Oslo 2006



Hjulspor som ikke skyldes piggdekkslitasje -



- er det også nok av eksempler på!



Nylagt asfalt skal ikke ha hjulspor! Vegprofilskanneren dokumenterer slike feil.

Splitter ny asfalt levert med ferdigkjørte hjulspor....



Nylagt asfalt levert med krum rygg mellom hjulspora....



**Men slik kan det også gjøres!
Perfekt jevnhet i både tverrprofil og lengderetning!**



Vegholderens ønskedrøm! Vakre kurver i rolig landskap uten biltrafikk...



Vegprofilskanneren har en laser (klasse 3) montert på biltaket ca. 210 cm over vegdekket. Et roterende speil sender laserstrålen over vegdekket 140 ganger i sekundet.



Målebredden er ca. 4 m med vertikal målenøyaktighet ca. 1mm. **Oppløsningen** er ca 550 målepunkt over målt bredde; ca. 0,7 mm mellom punktene i tverrprofilet. Ved målebilhastighet 80 km/t er **avstanden mellom hvert tverrprofil** ca. 16 cm.

Laseren registrerer også **vegmerkingslinjene** ved å detektere refleksjonsintensiteten, som er høyere enn for asfalt.



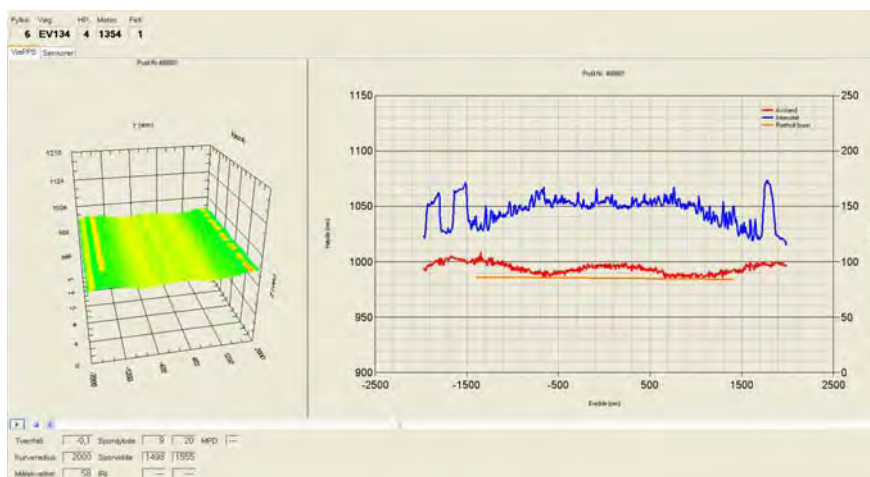
Enkel kalibrering av laserposisjon før måleoppdrag startes.



Vegprofilskannerens programvare viser måleresultater i 2D og 3D



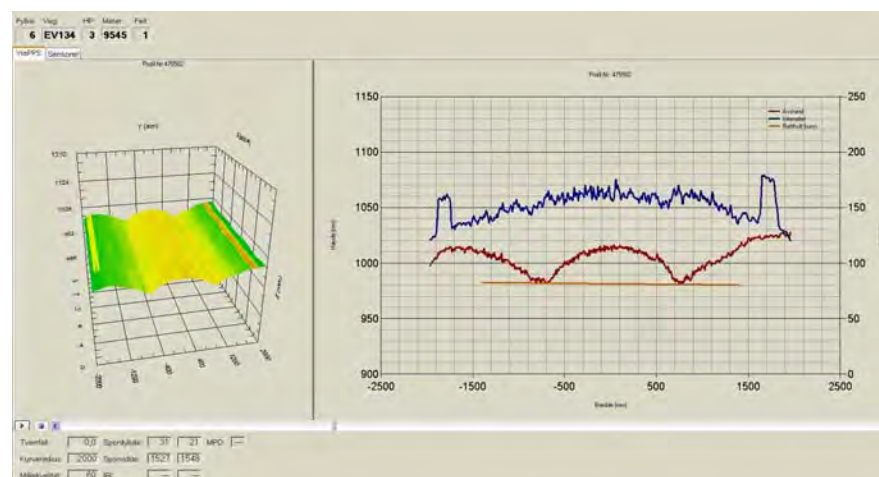
Eksempel fra
stamveg E134
sør for Kongsberg



2D-grafen til høyre viser
asfaltdekkets overflateprofil
(**rød**) og laserstrålens
refleksjonsintensitet (**blå**).

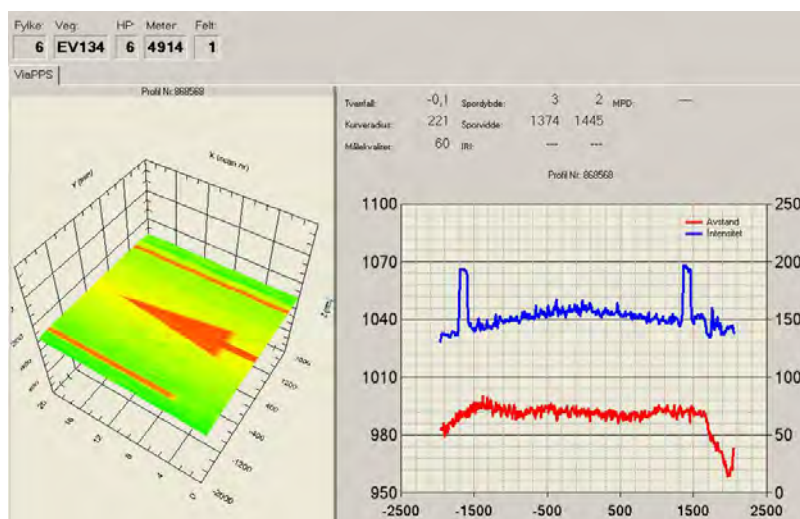
3D-grafen til venstre viser
tverrprofilmålingene over
20m lengde med fargeskala
gradert etter
refleksjonsintensitet.

Spordybde ca 9 mm, dobbelt midtlinje og stiplet kantlinje detektert, kjørefeltbredde kan beregnes



Spordybde ca 31 mm, midtlinje og kantlinje detektert

Jevnhet av nylagt asfalt skal dokumenteres.



Asfaltoverflate, asfaltkant, midtlinje og kantlinje er registrert.



Alle målinger og fotografering (to kamera) styres av én person.



Vegprofilskanner ViaPPS på veg!

Förbundsutskottsmöte den 18 juni 2007

09.00	Åpning av møtet	
09.15	Forsker-konkurransen: Presentasjon av FoU-projekt landsvis	
-	Introduksjon	5 min.
-	FoU-prosjekt 1 Sverige	20 min.
-	FoU-prosjekt 2 Finland	20 min.
-	FoU-prosjekt 3 Danmark	20 min.
10.20	Kaffe	
10.40	Presentation av FoU-prosjekt landsvis fortsetter	
-	FoU-prosjekt 4 Island	20 min.
-	FoU-prosjekt 5 Norge	20 min.
11.20	Pause	
11.30	Hovedemne: Funksjonskontrakter. Møteleder:	
11.30	- Presentasjon av arbeidsgruppen og sammenstilling av "State of the art"-rapportene	30 min.
12.00	Lunch	
13.00	Hovedemnet fortsätter	
	Funksjonskontrakter utenfor Norden	30 min.
	Utfyllende case fra Sverige	15 min.
	Utfyllende case fra Danmark	15 min.
14.00	Pause	20 min.
	Utfyllende case fra Finland	15 min.
	Utfyllende case fra Norge	15 min.
14.50	Paneldebatt med forberedte spørsmål	20 min.
15.10	Sammenfatning av diskusjonen. Arbeidet videre i arbeidsgruppen og videre fram til ViaNordica	25 min.
15.35	Eventuell informasjon (ViaNordica i Helsinki etc.)	25 min.
16.00	Møteslutt	

**NVF 33 – Årsmøte
17. – 19. juni 2007
Rica Nidelven Hotel, Trondheim**

DELTAKERLISTE

Land	Navn	Arbeidsgiver	Ledsager
Danmark	Bo Wamsler	Vejdirektoratet	
Danmark	Dan Marquart	LMK VEJ A/S	Dorthe Marquart
Danmark	Ernst Nielsen	Vejdirektoratet	
Danmark	Finn Jensen	Dansk Overfladebehandling	Charlotte Tychsen
Danmark	Lars Klitmøller Christensen	MT Højgaard A/S	
Danmark	Lotte Regel Josephsen	NCC Roads A/S	
Danmark	Svend Petersen	Aabenraa Kommune	
Danmark	Tina Jacobsen	Rambøll	Torben Krogsdal Jacobsen
Finland	Harri Spoof	Pöyry Infra Oy	
Finland	Katri Eskola	Vägförvaltningen	
Finland	Lars Forstén	Lemminkäinen Oyj	Karola Forstén
Finland	Pekka Isoniemi	Helsingfors stad	Jaana Kekalainen
Finland	Pertti Peltomaa	NCC Roads Oy	
Finland	Tero Ahokas	Vegförvaltningen	Carola Ahokas
Finland	Tero Lassila	Ramboll Finland Oy	
Finland	Timo Blomberg	Nynäs Oy	Tarja Blomberg
Færøerne	Jón Petersen	Landsverk	
Færøerne	Torkil Olsen	Landsverk	
Island	Halldor Torfason	HOFDI Asphaltverk	Vedis Stefansdóttir
Island	Ingvi Árnason	Vegagerðin	Ása Helga Halldórsdóttir
Island	Lars Peter Jensen	Colas	Jóna Thórsdóttir
Island	Ólöf Kristjánsdóttir	VGK-Hönnun hf.	
Island	Pétur Pétursson	IBRI	Dóra Kristín Björnsdóttir
Sverige	Bo Sävinger	NCC Roads	Birgitta Sävinger
Sverige	Kenneth Olsson	Skanska Sverige AB	
Sverige	Kristina Lundström	Vägverket HKu	Martin Rudberg
Sverige	Lennart Holmqvist	Peab Asphalt AB	Kaja Træholt Holmqvist
Sverige	Mats Wendel	Vägverket	
Sverige	Nils Rydén	Peab AB/Lunds Tekn. Högsk.	
Sverige	Sven Fahlström	Nynäs AB	Gunilla Fahlström
Sverige	Thorsten Nordgren	Vägverket	Sol-Britt Nordgren
Sverige	Tom Karlsson	Sigtuna kommun	Mona Karlsson
Sverige	Torbjörn Jacobson	VTI	

**NVF 33 – Årsmøte
17. – 19. juni 2007
Rica Nidelven Hotel, Trondheim**

DELTAKERLISTE

Land	Navn	Arbeidsgiver	Ledsager
Norge	Arne Fossbakk	Skanska Asfalt AS	Grete Fossbakk
Norge	Bjørn Ove Lerfald	SINTEF/Lierne kommune	
Norge	Broderstad Bjørnar	NCC Roads AS	
Norge	Eivind Olav Andersen	A/S Norske Shell	May Eli Vatn Kristiansen
Norge	Helge Aalefjær	Mesta as	Kristin Aalefjær
Norge	Jakob Dahlø	NCC Roads AS	Nina Lykke
Norge	Joralf Aurstad	Statens vegvesen	Merete Versta
Norge	Jostein Aksnes	Statens vegvesen	
Norge	Linda Pettersen	Statens vegvesen	Eilif Fredriksen
Norge	Ragnar Bragstad	Asfaltteknisk Institutt	
Norge	Roar Telle	Lemminkäinen Norge AS	
Norge	Thorbjørn Chr. Risan	Statens vegvesen	Sidsel Ø. Risan
Norge	Thore Aas	Moss kommune	Laila Kirsten Kjenslie
Norge	Tore Hoven	Statens vegvesen	
Norge	Torgrim Dahl	Statens vegvesen	Berit Hvoslef Dahl
Norge	Torleif Haugødegård	Statens vegvesen	
Norge	Øyvind Moen	Kolo Veidekke a.s	

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 Vägverket
SE-781 87 Borlänge
Sverige
Telefon +46 243 757 27 telefax +46 243 757 73
E-post: nvf@vv.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>.