



# **Sammanställning av funktionsegenskaper inom vägkonstruktionsområdet i Norden**

Rapport från NVF 34



<b>1</b>	<b>FÖRORD</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>NULÄGET</b>	<b>5</b>
2.1	FINLAND	5
2.2	SVERIGE	6
2.2.1	Statliga vägnätet	6
2.2.2	Kommunala gata- och vägnätet	6
2.3	NORGE	6
2.4	DANMARK	7
<b>3</b>	<b>SAMMANFATTNING OM OLIKA FUNKTIONELLA KRAVENS ANVÄNDNING I NORDISKA LÄNDER</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>ERFARENHETER</b>	<b>10</b>
4.1	FINLAND	10
4.2	SVERIGE	10
4.2.1	Statliga vägnätet	10
4.2.2	Kommunala gatu- och vägnätet	11
4.3	NORGE	12
4.4	DANMARK	12
<b>5</b>	<b>FRAMTIDEN OCH UTVECKLINGSBEHOV</b>	<b>12</b>
5.1	FINLAND	12
5.2	SVERIGE	13
5.2.1	Statliga vägnätet	13
5.2.2	Kommunala gatu- och vägnätet	14
5.3	NORGE	14
5.4	DANMARK	14
<b>BILAGA 1:</b>		<b>17</b>
<b>6</b>	<b>FUNKTIONELLA KRAVENS OCH PÅ DEM BASERANDE UPPHANDLINGSFORMERS ANVÄNDNING I FINLAND</b>	<b>17</b>
6.1	EXEMPEL OM FUNKTIONELLA KRAV I PROJEKTER	17
<b>BILAGA 2:</b>		<b>21</b>
<b>7</b>	<b>FUNKTIONELLA KRAV OCH FUNKTIONSENTREPRENADER I SVERIGE/STATLIGA VÄGNÄTET</b>	<b>21</b>
7.1	EXEMPEL PÅ FUNKTIONELLA KRAV I PROJEKT	21
<b>BILAGA 3:</b>		<b>27</b>
<b>8</b>	<b>FUNKTIONELLA KRAV OCH FUNKTIONSENTREPRENADER I SVERIGE/KOMMUNALA GATU- OCH VÄGNÄTET</b>	<b>27</b>
<b>KRAV PÅ ASFALTBELÄGGNING</b>		<b>27</b>
8.1	VID SLUTBESIKTNING	27
8.1.1	Tjocklek	27
8.1.2	Slitsstyrka (slitlager)	28
8.1.3	Stabilitet och vattenkänslighet (slitlager, bindlager, bundna bärlager)	29
8.1.4	Stabilitet	30
8.1.5	Vattenkänslighet	31
8.1.6	Friktion på vägyta	32
8.1.7	Textur på vägyta, gångyta, GC-yta, parkeringsyta	32
8.1.8	Krav på jämnhet i längsled	32
8.1.9	Tvärfall	32
8.1.10	Flexibilitet	32
8.1.11	Stenlossning	32
8.2	UNDER GARANTITIDEN OCH VID GARANTIBESIKTNING EFTER FEM ÅR	33
8.2.1	Friktion på vägyta	33
8.2.2	Flexibilitet	33

8.2.3	Stenlossning.....	33
<b>BILAGA 4:.....</b>		<b>35</b>
<b>9 FUNKSJONELLE LABORATORIE- OG DIMENSJONERINGSMETODER. NORSKE ERFARINGER.....</b>		<b>35</b>
9.1	GENERELT .....	36
9.2	KONTRAKTSSYSTEM.....	36
9.2.1	Reseptorienterte asfaltkontrakter .....	36
9.2.2	Funksjonskontrakter .....	36
9.2.3	Kontrakter med krav til funksjonsegenskaper bestemt i laboratoriet.....	37
9.3	FUNKSJONSMÅLINGER PÅ VEG.....	38
9.3.1	Generelt.....	38
9.3.2	Spor, jevnhet, tverrfall og makrotekstur .....	38
9.3.3	Friksjon .....	39
9.4	FUNKSJONELLE KRAV FOR NYE VEGDEKKER .....	39
9.5	FUNKSJONELLE KRAV FOR VEDLIKEHOLD AV VEGDEKKER .....	40
9.5.1	Generelt.....	40
9.5.2	Spor og jevnhet.....	40
9.5.3	Tverrfall.....	40
9.5.4	Friksjon .....	41
9.5.5	Andre funksjonskrav.....	41
9.6	FUNKSJONSMÅLINGER I LABORATORIET .....	42
9.6.1	Generelt.....	42
9.6.2	Slitasje .....	42
9.6.3	Deformasjon .....	42
9.6.4	Lastfordeling .....	43
9.6.5	Utmatting.....	43
9.6.6	Termisk sprekkdannelse .....	43
9.6.7	Vedhefting .....	44
9.6.8	Aldring.....	44
9.6.9	Bearbeidbarhet.....	44
9.7	DIMENSJONERINGSMETODER.....	44
9.8	VEGENS KONSTRUKSJON .....	45
<b>BILAG 5: .....</b>		<b>47</b>
<b>10 FUNKTIONSKRAV I DANSKE KONTRAKTER .....</b>		<b>47</b>
10.1	UDBUDSGRUNDLAG.....	47
10.2	FUNKTIONSKRAV.....	47
10.3	KONTROL AF OM KRAVENE OVERHOLDES.....	48
10.4	BETALINGSMODELLER.....	49

## 1 FÖRORD

Man har gjort denna rapport inom NVF 34 (Vägens konstruktion) och dess temaområde "Funktionsområde". Man har handlat rapporten i temagruppernas möten men också i hela utskottets möten. Tuomo Kallionpää har skrivit Finlands rapportdel, Rune Fredriksson och Åke Sandin Sveriges rapport, Björn Greger och Jostein Myre Norges rapport och Susanne Baltzer Danmarks rapport.

Nya upphandlingsmodeller, som innehåller funktionskraven, utvecklas nu nästan i alla Nordiska länder med undantag av Island. Rapportens mål var att samla ihop information om andra länders utvecklingsarbete för att få nya ideer för eget utvecklingsarbete. Man har också talat om möjlighet att utforma gemensamma Nordiska marknaden för väghållning. Kanske denna rapport ger lite hjälp att värdera hur realistiska sådana idéer är genom jämföring Nordiska ländernas kvalitetskrav och testmetoder.

## 2 NULÄGET

### 2.1 Finland

I Finland har man använt funktionella krav på vägarnas beläggningsarbeten från början av 1990-talet. Oftast har man satt krav på spårdjup under garantitiden, men också krav på IRI4, sättningar, tvärfall, skador och mätt eller räknat slitagehastighet (enligt formeln, som innehåller kulkvarnsvärde och massatypen som ursprungsdata) har man satt. Spårdjupkrav under garantitiden har man använt också för gatubeläggningar.

Vid investeringsprojekt har man använt funktionella krav sedan 1998 oftast i så kallade ST-entreprenader, som innehåller konstruktionsprojektering och byggande. Garantitiden har i allmänhet varit 5 år. Man har uppställt krav på vägens egenskaper, som man har mätt antingen efter byggningen eller i slutet av garantitiden, men man har använt också så kallade beräknade krav (t.ex. livslängd, tjällyftning, sättningen under 30 år), som man mäter inte direkt utan använder matematiska modeller för att fastställa kravens uppfyllning. I matematiska modeller har man använt ursprungsdata, som korrelerar på något sätt med vägens funktion. Beräknade kraven kan vara tillämpliga att använda, om man vill sänka både entreprenörens och beställarens risk under nuläget när erfarenheter om funktionella kravs användning är ännu ganska få.

År 2002 användes ST-upphandlingsmodellen i cirka 25% från entreprenader, men deras kostnadsandel var 65%. I begynnande entreprenader år 2003 är motsvarande andelar 29 och 56% (De innehåller då också en funktionsentreprenad, en servicekontraktentreprenad och några projektledningsentreprenader).

1997-2000 byggdes Lahtisvägen (Träskända-Lahtis) som DBFO (Design-Build-Finance-Operate)-projekt. Vägbolaget Riksväg 4 Ab:s uppgift är att ansvara för driften av vägen under en period av 15 år. Vägbolaget erhåller för tjänsterna en fordonskmbaserad ersättning.

För att använda funktionella krav har man utvecklat vägens brytningsmodeller och livscykelberäkningar för att jämföra alternativen med olika livslängder, kvalitetsnivåer och kostnader.

Exempel om använda funktionella krav och värdeminskningar är presenterat i Finlands delrapport i bilagan 1.

## 2.2 Sverige

### 2.2.1 Statliga vägnätet:

Byggande och skötsel av vägobjekt som funktionsentreprenad påbörjades i Sverige i mitten av 1980-talet. Under perioden 1985-1995 utfördes ett 10-tal vägobjekt och lika många underhållsbeläggningar som "Totalentreprenad med funktionsansvar". Kontrakten tecknades på Allmänna Bestämmelser, ABT 74, som dock inte täcker in funktionsentreprenadens principer. För den nya entreprenadformen, "Funktionsentreprenad", utvecklades i mitten av 1990-talet ett eget regelverk och en ny upphandlingsmodell. I utvecklingen av funktionsentreprenaden ingick ett antal delprojekt, ex.vis "Restvärdesbedömning vid avlämnandebesiktning".

Under 2001 har totalt 23 objekt utförts som funktionsentreprenad avseende underhåll av belagd väg samt några objekt som totalentreprenad med funktionskrav avseende rekonstruktion och nybyggande av väg.

Avsikten med funktionsentreprenaden är att beställaren skall beskriva produkten eller tjänsten med mätbara funktionsegenskaper och entreprenören skall välja teknisk lösning och ansvara för funktionen under en längre tid.

Exempel om använda funktionella krav och värdeminskningar presenteras i bilaga 2.

### 2.2.2 Kommunala gata- och vägnätet

Målet för en beställare vid upphandling av beläggningar är att utlagd beläggning har de egenskaper som krävs beroende på typ av gata/väg. På gator och vägar med mycket trafik är det t ex viktigt med god nötningsresistens och bra resistens mot plastiska deformationer medan man på lågtrafikerade gator prioriterar t ex åldringsegenskaper och vissa vägyteegenskaper som t ex textur och ljushet. Utsatta platser såsom busshållplatser och trafiksignalkorsningar kräver andra prioriteringar.

För en beställare finns två vägar att gå för att vid upphandling erhålla valda egenskaper, nämligen egen kunskap när det gäller materialval, sammansättning och utförande eller att kunna mäta beställda egenskaper på slutprodukten som kan vara vägyta, beläggningslager eller gjort materialval.

Vanligast idag är att beställaren försöker nå dessa mål genom att ställa krav på ingående material, sammansättning och utförande. Eftersom det är mer eller mindre omöjligt för mångsysslande väghållare i Sveriges 289 kommuner, gäller kanske även övriga väghållare, att leva upp till dessa kunskapskrav är det angeläget att komma över till enkla och hanteringsbara upphandlings- och uppföljningskriterier. Det man bör satsa på är vägytans status, där man enkelt och konkret kan konstatera bristerna i form av spårbildning orsakad av nötning eller instabilitet, stensläpp, sprickor, åldring, separationer etc.

I Göteborg började man 1996 med att ställa funktionella krav på speciella objekt. Det har sedan utvecklats genom åren så långt att man från och med 1999 års upphandling enbart har funktionella krav i anbudshandlingarna. Andra kommuner som prövat på funktionella krav i någon form är Luleå, Jönköping, Helsingborg, Linköping.

## 2.3 Norge

Generellt kan det skiljas mellom funksjonskrav ved bygging av nye veger og funksjonskrav i forbindelse med vedlikehold av eksisterende veger.

Ved bygging av ny veg i Norge gjelder Håndbok 018 "Vegbygging" hvor det er lagt opp til utstrakt bruk av reseptbaserte kravspesifikasjoner, det vil si detaljerte anvisninger for

materialsammensetning og utførelse. I håndbok 018 er funksjonskrav for ferdig veg kun angitt for:

- Jevnhet i tverr- og lengderetningen målt med rettholt
- Tverrfall
- Friksjon

Ut over dette har vi ikke benyttet funksjonskrav ved bygging av nye veger i Norge.

Funksjonskrav og funksjonskontrakter er heller ikke vanlig i forbindelse med vedlikehold av eksisterende veger, men har vært anvendt i større utstrekning her enn ved nybygging av veger. For høytrafikkerte veger har vi anvendt SPS- eller SUV-kontrakter med krav til sporslitasje/sporutvikling, og for lavtrafikkerte veger har vi anvendt levetidskontrakter med krav til spor, jevnhet, friksjon og tverrfall i en bestemt tidsperiode, gjerne 5 år. Innenfor denne perioden har entreprenøren hatt et vedlikeholdsansvar for strekningen. Nevnte SPS-, SUV- eller levetidskontrakter er knyttet til enkelt strekninger. I tillegg har vi også noen få funksjonskontrakter hvor entreprenøren har et totalansvar for drift- og vedlikehold av vegenettet inkludert asfalten eller slitelaget innenfor et avgrenset geografisk område.

## 2.4 Danmark

Der skelnes mellom traditionelle krav til asfaltbelægninger og funksjonskrav i forbindelse med de nye langvarige (8 -18 år) funksjonskontrakter.

Tradisjonelt ved udlægning af asfalt gælder de danske Vejregler "Udbuds- og anlægsforskrifter". Der er krav til selve asfaltrecepten, men først og fremmest krav til den færdigudlagte vej. Disse krav er:

Krav	Entreprenørens ansvarsperiode
Friktion	5 år
Jævnhed	1 år
Profil (tvær- og længdefald)	1 år
Sporkøring	5 år
Udseende, herunder eventuelt refleksion)	5 år

Entreprenøren er alene ansvarlig for den nye asfalt. Hvis eksempelvis revner oppstår, men viser sig at være startet i den tidligere belægning, er entreprenøren ikke ansvarlig.

Funktionskontrakter for vedligeholdelse af eksisterende veje er et forholdsvist nyt fænomen i Danmark. I slutningen af 1990'erne begyndt de danske amter at udbyde strækninger på funktionskrav. Amterne udbyder enkeltstrækninger der skal have nyt asfaltslidlag og eller forstærkningslag, samt genetableret kørebaneafmærkningen (striber). Udover selve udlægningen af asfalt og striber, skal entreprenøren stå for vedligeholdelsen på funktionskrav. Disse kontrakter har haft kontraktlængder der varierer mellem 8 og 18 år. Pr. 2003 er der 35 sådanne funktionskontrakter i amterne.

I 2001 begyndte også kommunerne at interessere sig for funktionskontrakter. Kommunerne udbyder hele eller dele af kommunens vejnet, for eksempel 100-300 km vej. Vedligeholdelsen af vejene overlades til en entreprenør i typisk 15 år. Pr. 2003 har 8 af de 270 danske kommuner en funktionskontrakt. I disse kontrakter indgår dels asfaltarbejdet, men også kørebaneafmærkning og vedligeholdelse af rabatter og grøfter.

Både amter og kommuner sætter krav til:

- Skader (baseret på visuel skadesregistrering)

- Jævnhed
- Sporkøring
- Friktion
- Lystekniske egenskaber (refleksion), og
- Eventuelt krav til bæreevne.

Kravene omtales nærmere i bilag 5.

Alle krav skal til enhver tid i kontraktperioden være overholdt. I disse nye langvarige kontrakter overtager entreprenøren typisk ansvaret for den eksisterende vej, sådan at han har ansvaret for skader – uanset om de er opstået i den nye eller gamle asfalt. Dette giver en mere klar ansvarsfordeling. Amterne opererer dog med to udbudsmodeller, dels denne hvor entreprenøren overtager ansvaret for hele vejen, eventuelt også for vejens bæreevne, og dels den traditionelle model, hvor entreprenøren alene er ansvarlig for det asfaltlag han selv har lagt ud.

På statsvejnettet er endnu ikke udbudt funktionskontrakter. Dette skyldes en stadig løbende diskussion af om det er muligt at ”binde” statslige midler i så lang en årrække og hvorledes man sikrer bygherren såvel teknisk som økonomisk i sådanne kontrakter.

### 3 SAMMANFATTNING OM OLIKA FUNKTIONELLA KRAVENS ANVÄNDNING I NORDISKA LÄNDER

Man har samlat i tabellen 1 sammandraget, hur man har använt olika funktionella krav i nordiska länder. I tabellen man har använt om användningens frekvens kategorier, deras förklaringar är:

1 = har inte använt, 2= har använt ibland, 3 = användning är allmänt

Tidpunkten, när kravets fyllning fastställas, är presenterat med följande förkortningar

BYG = Krav skall fyllas enligt mätningen strax efter byggandet

GAR = Krav skall fyllas enligt mätningen som görs i slutet av garantitiden

BER = Beräknat krav. Till exempel entreprenören skall använda stenmaterial och beläggningssmassa med sådana egenskaper att beräknat krav enligt formeln uppfyllas

? = informationen fattas

I bilagor 1-5 har man presenterat mera detaljerad information om, hurdana funktionella krav man har använt i olika nordiska länder

Tabellen 1. Funktionella kravens användning i olika nordiska länder.

Kravets beskrivning	Land			
	Finland	Sverige	Norge	Danmark
<b>Skador</b>				
Skadesummans maximum värde, m <sup>2</sup> /100 m, GAR	2	1	1	3 **)
Allig. cracking, max, m <sup>2</sup> /100 m, GAR	2	1	1	3 **)
Längsgående sprickans bredd, max, mm, GAR	2	3 *)	1	3 **)
Nivåändring vid längsg. sprickan, maximum, mm, GAR	2	1	1	1
Tvärgsg. spricka, bredd, max, mm, GAR	2	3 *)	1	3 **)
Nivåändring vid tvärgsg. sprickan, max, mm, GAR	2	1	1	1



Kravets beskrivning	Land			
	Finland	Sverige	Norge	Danmark
Tjällyftningen , max, mm, BER	2	2	1	1
Lutningens ändring, % längsg. till följd av tjäle, GAR	2	1	1	1
Tjällyftn., max, mm (beror på köldmängd), GAR	2	2	1	1
Sättningen, mm, GAR	2	2	1	3
Sättningen, mm/30 år, BER	2	2	1	1
Lutningens ändring, % längsg. till följd av sättningen, GAR	2	1	1	1
Lutningens ändring, %/10 v längsg. till följd av sättningen, BER	2	1	1	1
Lutningens ändring, % tvärs. till följd av sättningen, GAR	2	1	1	1
Lutningens ändring, % /10v tvärs. till följd av sättningen, BER	2	1	1	1
IRI-värde, maximum, mm/m, BYG	3	3	2	3
IRI- värde, maximum, mm/m, GAR	2	2	2	3
Friktionstal, min värde, BYG	3	3	3	3
Den största tillåtna ojämnheten mätt med 3 m rätskiva, BYG	3	3	3	1
Initial spårdjup, BYG	3	3	2	3
Sidolutningens min värde, (körbana, raksträcka), BYG	3	3	3	3
Höjd, BYG	3	3	3	3
Deformationsmotstånd, BYG	2	2	1	1
Vattenbeständighet, BYG	2	2	1	1
Frostbeständighet, BYG	2	2	1	1
Makrogrovhet, BYG	2	2	1	1
Permeabilitet, BYG	2	1	1	1
Bullertryck, BYG	2	2	1	1
Ljusretroreflektion	2	2	1	2
Bärighet, MPa, BYG	3	2	1	2
"Virgin failure", min, år, BER	2	2	1	1
Slitagehastighet, max, cm <sup>2</sup> , BER	2	2	2	1
Spårdjup, max, mm, GAR	2	3	2	1

1) I Finland räknas skadesummaindex (m<sup>2</sup>/100m) med följande formeln:  
Skadesumman = (0,3\*smala längsg. sprickor, m) + (1,0\*breda längsg. sprickor, m) + (0,1\*smala fogsprickor, m) + (0,5\* breda fogsprickor, m) + (2,5\* smala tvärs. sprickor, stycken,) + (5,0\* breda tvärs. sprickor, stycken) + (alligator cracking, m<sup>2</sup>) + (hål, stycken) + (upplösningar, stycken) + (1,0\* kantsättningar, m)

2) I Sverige används beskrivningarna i den av Vägverket, Kommunförbundet och VTI gemensamt framtagna handboken "bära eller brista". Bedömningen baseras på svårighetsgrad (exempelvisvis bredd på sprickor) och utbredning (andel av vägavsnittets längd).

3) I Danmark registreres skaderne ifølge Vejreglen "Konstruktion og vedligehold af veje og stier, hæfte 4, Vedligehold af færdselsarealet". Bedømmelsen baseres som i Sverige

på alvorlighed og udbredelse. Der stilles enten krav til hver af skadestyperne, eller til en sammenvægtning kaldet "skadespoint".

## **4 ERFARENHETER**

### **4.1 Finland**

Enligt erfarenheter har man fått kostnadsbesparingar med nya handlingsmetoder. Till exempel nyttan av bättre riskernas kontroll och produktionens effektivitet var enligt Vt 4 Järvenpää-Lahti DBFO-projektets erfarenheter mycket större än räntemarginal mellan staten och privatsektorn och merkostnader från projektets tidigare färdig blivande.

Ändå har man konstaterats också många utvecklingsbehov. I följande presenteras kommentarer, som vägförvaltningen har fått som feedbacken från entreprenörer och konsulter. Några förbättringar till förfaringssätten har man redan gjort.

Några anbudsbegäran har innehållit både funktionell och utförandekrav så att det har varit omöjligt att göra nya, innovativa förslag. Man skulle undvika villkor och krav, som hindrar att använda sådana fördelaktiga lösningar, som kan hittas under arbetet.

Man skulle inte fordra för mycket och avslipade planer under anbudsskedet eftersom det kostar onödigt, om flera anbudsgivare gör samma arbete och bara en vinner. Ersättningar, som beställaren har betalat förlorade anbudsgivarna har inte varit tillräckliga. Också om beställarens grundplan vore grundligare, innehållande rutinsaker, skulle man ha mera tid för att finna nya lösningar.

Ursprungsdata (till exempel grundundersökningens resultat, den gamla belägningens skador, kunskaper om tjällyftningar osv.) har ibland varit alldeles otillräckliga och i allmänhet har man haft för lite tid att skaffa mera information och förbereda nya alternativen. Det kan vara också för oklart, hurdana alternativ beställaren önskar och accepterar. Man har också konstaterat att många saker i föreskrifter ännu förhindrar alternativa förslag, några krav och terminologi har uppfattats som oklart och både beställarna och entreprenörerna undviker för stora risker. Spelregler mellan entreprenörer och konsulter skulle ännu utvecklas så att också konsulterns möjligheter att vinna, om de finner bra lösningar, vore bättre.

### **4.2 Sverige**

#### **4.2.1 Statliga vägnätet:**

I Sverige har ett flertal rapporter getts ut som beskriver erfarenheter av nybyggnad av vägar som funktionsentreprenader liksom underhåll av belagda vägar, enskilda objekt och geografiska områden.

Motorvägen söder om Nyköping längs E4 byggdes 1992-1994 som Totalentreprenad med funktionskrav. Erfarenheterna från projekterings- och byggskedet var att den produktionsanpassade projekteringen torde ha gett en kostnadsbesparing i storleksordningen 8-10 milj kr. Valet av upphandlingsform och organisation gav ett år snabbare byggstart än traditionell generalentreprenad skulle givit och totalt två år kortare total genomförandetid. Lägre kapitalkostnad, lägre tidsberoende gemensamma kostnader och lägre kostnader genom produktionsanpassad teknisk utformning ledde till ca 41 milj kronor lägre kostnader för funktionsentreprenaden i jämförelse med generalentreprenad. Byggekostnaden för projektet var 347 milj kronor. En ytlig analys av de förekommande funktionskraven visade på behovet av en omfattande utvecklingsinsats för att få fram ett system för hur funktionskrav skall formuleras för väg- och motorvägsprojekt.

Erfarenheterna efter garantitidens utgång 2001 är att vägen uppvisar mycket god jämnhet (IRI 1,3) och mindre spårbildning än normalt (Spår djup 7,4 mm). Det innebär att det planerade slitlagret har kunnat senareläggas.

Mot bakgrund av utvärderingen av denna första funktionsupphandling av ett motorvägs-avsnitt har funktionsentreprenader prövats på flera objekt med succesivt förbättrade förfrågningsunderlag. Upphandlingsformen har också utvecklats och en modell för restvärdesbedömning vid avlämnandebesiktning har utvecklats.

Erfarenheterna från ett treårigt försöksprojekt med upphandling av det totala belägningsunderhållet på ca 350 km väg inom ett geografiskt område i Lycksele (norra Sverige) 1994-1996 är att beställaren fick bättre vägar än vad som var överenskommit i kontraktet. Enligt kontraktet skulle 12% av vägarna uppvisa spår och ojämnheter på en viss nivå vid periodens slut 1996. Enligt den mätning som gjordes uppvisade endast 8,5% av vägarna sådana skador. Vid en grov jämförelse med det geografiska området Överkalix/Övertorneå, som underhölls på traditionellt sätt, kan noteras att åtgärdskostnaderna i Lyckseleområdet blev 21,67 kr/m och år och i Överkalix/Övertorneå 23,33 kr/m och år. Vid en jämförelse mellan åtgärdskostnader och de ojämnhetsrelaterade fordonskostnaderna (tid, fordon och komfort) blev den positiva effekten för trafikanterna större i Lycksele än i Överkalix/Övertorneå. Bland de positiva erfarenheterna kan också nämnas att entreprenören utvecklade nya tekniska lösningar och produkter för bättre kostnadseffektivitet under projektets genomförande. Andra erfarenheter från Lyckseleprojektet är att nivån för bonus- och vitesföreläggande måste sättas så att den medverkar till kostnadseffektivitet både för väghållaren och trafikanterna liksom att man mäter de parametrar som har betydelse för kostnadseffektiviteten. Vägojämnheters betydelse för trafiksäkerheten och därmed skadefrekvensen studerades inte i detta projekt, ej heller vägojämnheters betydelse för bränsleförbrukningen, men det krävs sådana studier för att kunna bedöma kostnadseffektiviteten mer heltäckande.

#### **4.2.2 Kommunala gatu- och vägnätet**

Trafikkontoret i Göteborg har prövat på upphandling med funktionella krav på belägningslager sedan 1996. De första åren på utvalda objekt men från och med 1999 på all belägningsverksamhet det vill säga såväl underhåll som nybyggnad.

Den Tekniska Beskrivningen som anger vilka funktionella krav som gäller samt hur dessa skall verifieras har årligen uppdaterats efter samråd med bland andra berörda entreprenörer. Under de år som vi nu har hållit på är det just dialogen mellan alla berörda parter som gjort att resultatet blivit bättre än förväntat.

En av fördelarna med att gå över till funktionella krav var att Trafikkontoret 1999 kunde ställa krav på 10 % asfaltåtervinning i beläggningar med lagertjocklekar över 20 mm. Detta överenskomms i samråd med tillverkande entreprenörer, då dessa ansåg sig kunna klara ställda funktionella krav men ej garantera specifika kornkurvor och bindemedelshalter.

En annan fördel är också att ansvarsfördelningen blivit klarare. Detta är inte minst viktigt i en tid då ansvaret för stenlossning varit uppe till debatt. Genom att ställa funktionella krav som vi gjort i Göteborg är ansvaret odelat entreprenörens.

För de konsulter som projekterar och gör handlingar för Trafikkontoret innebär funktionella krav att beställaren, utöver att hänvisa till Tekniska Beskrivningen, endast behöver ange tjocklek, ytans storlek, typ av belägningslager (slitlager, bindlager eller bundet bärlager), typ av yta (körbana, gångbana etc) samt för körbana trafikmängd uttryckt i ÅDT k.

För alla parter är det en stor omställning, men för varje år som går känns det mer och mer naturligt. Genom att koncentrera sig på vägytan blir beställaren bättre på att tillgodose trafikantkrav samtidigt som entreprenören kan utveckla lösningar på ställda krav. Att idag gå tillbaka till detaljerad teknikupphandling enligt gamla VÄG 94 känns avlägset.

### 4.3 Norge

Dagens retningslinjer for bygging av nye veger Håndbok 018 "Vegbygging" er hva en kan kalle reseptorientert med detaljerte krav til sammensetning og utførelse. I håndbok 018 er det svært få funksjonskrav, se kapittel 1.3. I Norge har vi derfor svært liten erfaring med funksjonskrav ved bygging av nye veger.

Til nå har de fleste kontraktene knyttet til vedlikehold av eksisterende veger også vært reseptorientert. I løpet av de siste 15-20 årene har vi imidlertid også prøvd ut alternative kontrakter med funksjonskrav til ferdig dekke. Erfaringene med funksjonskontrakter for høytrafikkerte veger hvor vi har krav til spor og sporutvikling har vært gode. I nevnte kontrakter har levetiden i de fleste tilfeller vært lenger enn "normalt", og entreprenøren har derfor som regel fått utbetalt en bonus ved utløpet av garantiperioden. Når det gjelder levetidskontrakter for lavtrafikkerte veger har målet ofte vært å oppnå samme dekkelevetid langs hele parsellen ved å differensiere dekke- eller forsterkningstiltakene. Erfaringene viser imidlertid at dagens metoder for å beregne forsterkningsbehov og dekkelevetider har klare begrensninger. Derfor har vi i flere tilfeller ikke klart å oppnå samme dekkelevetid for hele parsellen.

Når det gjelder funksjonskontrakter for geografisk avgrensede områder, så har vi i dag 2 kontrakter hvor asfalten er inkludert. Ingen av disse kontraktene er avsluttet, og erfaringene er foreløpig ikke oppsummert.

### 4.4 Danmark

Det tager endnu cirka 10 år før de første langvarige funktionskontrakter afsluttes, så der er endnu ingen endelige erfaringer.

De danske kommuner er glade for kontrakterne, fordi kommunekontrakterne betales via et fast årligt beløb. Typisk vælger entreprenøren at investere i vejnettet i de første år, sådan at vejnettets tilstand forbedres hurtigere end kommunen selv ville have haft ressourcer til.

Erfaringer fra kommunerne tyder på at kontrakterne er lidt billigere end traditionelle asfaltudbud. Dette var også én af forventningerne til kontraktformen, idet entreprenøren både opnår en stor kontrakt og derfor må forventes at give mængderabat, og dels får entreprenøren en frihed til selv at vælge vedligeholdelsestidspunkter og kan derved optimere egne ressourcer.

Fra amterne viser erfaringerne at kontrakterne ikke er blevet billigere, men til gengæld ser det ud til at der er opnået en bedre kvalitet af både asfaltbelægningen og vejstriberne.

Både for amter og kommuner har funktionskontrakterne den klare fordel, at ansvarsfordelingen ved skader på belægningen er mere klar end traditionelt.

## 5 FRAMTIDEN OCH UTVECKLINGSBEHOV

### 5.1 Finland

Vägförvaltningen publicerade sin nya upphandlingsstrategi i början av år 2003. Där beskrives hur upphandlingspraxis för väghållningen utvecklas innan år 2007. Målet är att utveckla och ta i bruk sådana upphandlingsmetoder och förfaringssätten att de möjliggör utnyttja bättre än tidigare konsulters och entreprenörernas produktutvecklingsarbete och innovationer och så förbättra verksamhetens produktivitet och lönsamhet. Enligt strategin

uppnås detta mål genom att vägförvaltningen övergår till att upphandla serviceenheter, som pågår längre och kräver mera omfattande kunskaper och ansvar.

Det betyder också att man börjar använda funktionella krav.

Man tar nya upphandlingsmetoder i bruk stegvis. I början av år 2004 startar projekt Lahti-Heinola, som innehåller projektering, byggande och därtill drift och underhåll under 9 år.

Man förbereder också projekt, som upphandlas med så kallade livscykelmodell (projektering och byggande och härutöver också drift och underhåll 15-25 år, kanske också någon del av finansiering).

Projektet Vt 3, Valkeakoski – Pälkäne, som har redan börjat, innehåller också försöket, hur ekologisk effektivitet och miljökonsekvenser kan användas som ett av åtgärdens valkriterierna.

Också andra forsknings- och utvecklingsarbete, som understöder nya upphandlingsmetoder pågår i Finland (Till exempel utveckling av funktionskraven, livslängdmodeller, alternativa förstärkningsåtgärders anbudjämföring och förfaringssätt för godkännande av nya bärlagens stabiliseringsmetoder)

## **5.2 Sverige**

### **5.2.1 Statliga vägnätet**

Vägverkets upphandlingsstrategi är att samtliga entreprenadformer ska finnas som fungerande alternativ. Val av entreprenadform ska utgå från marknadssituation, storlek och karaktär på det aktuella objektet och vad Vägverket vill uppnå i upphandlings- och byggprocessen. De tre huvudformerna ska vara utförande-, total- och funktionsentreprenad.

Vägverkets syfte med funktionsupphandlingar är att de ska ge utrymme för och bidra till utvecklingen. Vägverkets förväntningar är att funktionskraven ska vara relevanta och tydliga och att det skall finnas verktyg för att mäta, verifiera och ersätta resultaten.

Vägverkets målsättning inom området belagd väg är att 5 objekt alternativt 10% av omsättningen på belagd väg ska utföras med funktionella krav år 2002. För perioden därefter finns ingen uttalad målsättning.

Av de funktionella egenskaper som efterfrågas liksom kunskaper om vart och ett funktionellt krav som använts och av den bonus och de viten som utgår framgår tydligt vilka utvecklingsbehov som föreligger.

Funktionskraven måste vara relevanta och tydliga vilket kräver fortsatta studier hur funktionskraven påverkar väghållarens kostnader och trafikanternas kostnader, säkerhet och hälsa.

De ekonomiska modellerna för värdering av anbud måste utvecklas för att undvika godtycke eller för att i värsta fall att resultatet skall bli motsatt det som önskas.

Modeller för fastställande av nivåer för bonus- och vitesföreläggande som utgår från de trafikpolitiska målen och som leder till önskad utveckling måste utvecklas och användas.

Verktyg för att mäta, verifiera och ersätta resultaten måste utvecklas.

## 5.2.2 Kommunale gatu- og vägnätet

Svenska Kommunförbundet och entreprenadbranschen tillsammans kommer att fortsätta att informera och ta initiativ så att kommunerna prövar på detta nya sätt att upphandla beläggningar. Bland annat kommer kommuner att bjudas in till laboratorium för att få ökad kännedom om de provmetoder som idag är aktuella i Sverige.

I Sverige går vi samtidigt vidare genom att se vilka möjligheter det finns att upphandla obundna lager genom att ställa funktionella krav.

Vi är medvetna om att det kommer att ta tid men att inriktningen är den rätta står helt klart.

## 5.3 Norge

I eksisterende retningslinjer for vegbygging i Norge Håndbok 018 "Vegbygging" fra 1999, er det angitt reseptbaserte kravspesifikasjoner med detaljerte krav til materialsammensetning og utførelse. Disse retningslinjene er nå under revisjon, og nye retningslinjer vil ventelig være klar i løpet av 2002. I den nye utgaven åpnes det for bruk av funksjonsbaserte kravspesifikasjoner. De nye retningslinjene vil derfor antagelig føre til at vi bruker funksjonskontrakter i mye større grad enn tidligere.

I de nye retningslinjene er det lagt opp til at en kan angi kravspesifikasjoner basert på følgende funksjonsegenskaper for ferdig dekke;

- dekketykkelse
- tverrfall
- initialjevnhet
- jevnhet ved utløpet av garnatperioden
- initialspor
- spor ved utløpet av garantiperioden
- overflatestruktur
- friksjon
- homogenitet
- bestandighet

eller kravspesifikasjoner basert på funksjonelle egenskaper for asfaltmassen bestemt i laboratoriet som for eksempel krav til deformasjonsmotstand, slitasjemotstand, friksjon/polering, lyshet, lavtemperaturegenskaper etc. Ved bruk av kravspesifikasjoner basert på funksjonelle egenskaper for asfaltmassen må hver enkelt kontrakt skreddersys etter hva byggherren ønsker.

I Norge skal vi også prøve ut OPS-kontrakter; Offentlig Privat Samarbeid. I OPS-kontrakter vil entreprenøren som bygger vegen også ha ansvar for drift- og vedlikehold i en periode på 25 år etter at vegen er åpnet. Foreløpig har en valgt ut 3 anlegg eller parseller hvor denne kontraktsformen skal prøves ut. I nevnte kontrakter vil det være utstrakt bruk av funksjonskrav for ulike elementer, både i byggefasen og i etterfølgende drifts- og vedlikeholdsfase.

I Norge har vi vedtatt å skille ut "entreprenørdelen" av Statens vegvesen i et eget selskap eller et statlig A/S fra 1/1-2003. I tillegg har vi vedtatt at alle anbud skal lyses ut på åpen konkurranse. Dette kan også påvirke valg av kontraktsform i årene fremover.

## 5.4 Danmark

Staten eksperimenterer ikke med funksjonskontrakter, men med andre nye udbudsformer, senest en totalentreprise med partnering elementer ved anlæg af en motortrafikvej. Staten

vil i fremtiden sandsynligvis i højere grad end nu optræde som ”bestiller”, og må forventes, afhængig af situationen at anvende en bred vifte af udbuds- og kontraktformer.

Kun tre af de i alt 14 danske amter udbyder i dag funktionskontrakter. Måske vil flere amter i fremtiden også bruge kontrakttypen.

De danske kommuner er stadig meget interesserede i funktionskontrakter, så antallet af kommuner med funktionskontrakter er stigende. Kommunefunktionskontrakterne er bedst egnede til landkommuner. I øjeblikket forsøges en kontrakttype til byområder hvor kommunen har medbestemmelse ved valg af hvilke veje der skal have hvilken type asfalt og hvornår. Kontrakten baseres på funktionskrav, men partneringtanken indgår.





## BILAGA 1:

### 6 FUNKTIONELLA KRAVENS OCH PÅ DEM BASERANDE UPPHANDLINGSFORMERS ANVÄNDNING I FINLAND

#### 6.1 EXEMPEL OM FUNKTIONELLA KRAV I projekter

Man har samlat i Tabell 1 exempel från funktionella krav, som man har haft i några vägprojekter under senaste åren i Finland. Man har presenterat bara sådana krav, som har något att göra med vägens konstruktion. Beläggningarnas krav man har togit med, eftersom det är ofta ganska svårt att skilja beläggningens och hela vägkonstruktionens inverkan till vägens funktion. Men till exempel vägmarkeringars krav har man inte tagit till tabellen.

Man har använt följande förkortningar i tabellen:

BYG = Krav skall fyllas enligt mätningen strax efter byggandet

GAR = Krav skall fyllas enligt mätningen som görs i slutet av garantitiden

BER = Beräknat krav. Till exempel entreprenören skall använda stenmaterial och beläggningssmassa med sådana egenskaper att beräknat krav enligt formeln uppfyllas

? = informationen fattas

Tabell 1. Exempel om funktionella krav i totalansvariga entreprenader i Finland

Allmän information om entreprenader					
Entreprenadens namn		Teivaala	Vt 25 Hanko- Skogby	Vt2 Pori- Friitala	Vt6 Kos- kenkylä- Kouvola
Vägtyp		Lokal väg	Riksväg	Riksväg	Riksväg
Garantitid, år		5	3	5	5
Jämförelsen mellan kraven i olika entreprenader					
Kravets beskrivning	Krav Typ	Börvärde (inom parenteserna avslagsvärde). Värde minskning vid börvärde - avslagsvärde			
Skador					
Skadesummans maximum värde, m <sup>2</sup> /100 m <sup>1</sup> )	GAR	15	20(50) 0-3300€/100m	20	20(50) 0-1700€/100 m
Allig. cracking, max, m <sup>2</sup> /100 m	GAR	0			
Längsgående sprickans bredd, max, mm	G	20	5	5	
Nivåändring vid längsg. sprickan, maximum, mm	GAR	20			
Tvårs. spricka, bredd, max, mm	GAR	20	5	5	
Nivåändring vid tvårs. sprickan, max, mm	GAR	20			
Tjäle					

Allmän information om entreprenader					
Entreprenadens namn		Teivaala	Vt 25 Hanko- Skogby	Vt2 Pori- Friitala	Vt6 Kos- kenkylä- Kouvola
Vägtyp		Lokal väg	Riksväg	Riksväg	Riksväg
Garantitid, år		5	3	5	5
Jämförelsen mellan kraven i olika entreprenader					
Kravets beskrivning	Krav Typ	Börvärde (inom parenteserna avslagsvärde). Värdeminskning vid börvärde - avslagsvärde			
Tjällyftningen , max, mm	BER			50	
Lutningens ändring, % längsg. till följd av tjäle	GAR		0,8(2,0) 0-17000€/ 50m)		0,8(2,0) 0-17000€/ 50m)
Tjällyftn., max, mm (beror på köldmängd)	GAR	50-150			
Sättningar					
Sättningen, mm	GAR	200		120	150(375) 0(17000€/ 100m)
Sättningen, mm/ 30 år	BER			400	
Lutningens ändring, % längsg. till följd av sätt- ningen	GAR	1,0%		0,24	0,32(0,8) 0-17000€/ 100m
Lutningens ändring, %/10 v längsg. till följd av sätt- ningen	BER			0,4	
Lutningens ändring, % tvärs. till följd av sätt- ningen	GAR	1,0		0,6	0,6(1,5) 0-8000€/ 20m
Lutningens ändring, % /10v tvärs. till följd av sättningen	BER			1,0	
Beläggningsens ytegenskaper					
IRI-värde, maximum, mm/m	BYG	Enligt asfaltnormer IRI4 1,0-1,5 eller IRI 1,3-3,0 beroende på vägklass, beläggningstyp och arbetets innehåll (endast beläggning eller hela överbyggnaden).			
IRI- värde, maximum, mm/m	GAR	2,4	1,6(2,8) 0-3300€/ 100m	1,6	1,8(2,8) 0-1700€/ 100m körf.)
Friktionstal, min värde	BYG	≥0,4, ≥0,5 eller ≥0,6 om motsvarande hastighetsbegränsningen är ≤80, 100, eller 120 km/h.			
Den största tillåtna ojämnheten mätt med 3 m rätskiva	BYG	4 mm om beläggningsens underlag är bundet och justerat, annars 6 mm.			
Initial spårdjup	BYG	Medelvärde på enskilda 100 m -2...+4mm och hela objektets medelvärde -2...+3mm.			
Sidolutningens min värde, (körbana, raksträcka)	BYG	3%.			
Höjd	BYG	± 20 mm, om beläggningsen anslutar till kantstenen eller motsvarande, annars ± 50 mm.			

Allmän information om entreprenader					
Entreprenadens namn		Teivaala	Vt 25 Hanko- Skogby	Vt2 Pori- Friitala	Vt6 Kos- kenkylä- Kouvola
Vägtyp		Lokal väg	Riksväg	Riksväg	Riksväg
Garantitid, år		5	3	5	5
Jämförelsen mellan kraven i olika entreprenader					
Kravets beskrivning	Krav Typ	Börvärde (inom parenteserna avslagsvärde).Värdeminskning vid börvärde - avslagsvärde			
Beständighet mot belastningar					
Bärighet, MPa	BYG	Enligt allmänna anvisningar	Enligt allmänna anvisningar	400 (På översta beläggn.lag.)	320
"Virgin failure", min, år <sup>2)</sup>	BER			13	
Spårbildning					
Slitagehastighet <sup>3)</sup> , max, cm <sup>2</sup>	BER		27(37) 0-3300€/20m	25(30)	28
Spårdjup, max, mm	GAR	13	12(20) 0-3300€/100m	12	12(20) 0-1700€/100m

1) Skadesummans maximum värde, m<sup>2</sup>/100 m beräknas enligt följande formeln:  
Skadesumman = (0,3\*smala längsg. sprickor,m) + (1,0\*breda längsg. sprickor, m) + (0,1\*smala fogsprickor, m) + (0,5\* breda fogsprickor, m) + (2,5\* smala tvärg. sprickor, stycken,) + (5,0\* breda tvärg. sprickor, stycken) + (alligator cracking, m<sup>2</sup>) + (hål, stycken) + (upplösningar, stycken) + (1,0\* kantsättningar, m)

2) "Virgin failure", min, år = Belastningsantal (antal 100 kN axlar) till första skadan i körspår beräknas enligt modellen  $N_{10} = 10^{(7,22-0,00545*(SCI300)-3650000*(1/(SCI300*N_{10}Y)))}$

SCI300 = Med fallviktsmätaren mätit böjningsdifferensen mellan avstånden 0 och 300 mm.

$N_{10}Y$  = det genomsnittliga årliga belastningstal, 100 kN axlar

3) Slitagehastighet, max, cm<sup>2</sup> Beräknas enligt modellen:

$KN = MT*(9,4+2,21*KM)$ , KN = Slitagehastighet, KM = stenmaterialalets kulkvarntestvärde, MT = Massatypens koefficient, AB16=1,46; AB22=1,26; SMA16=1,08; SMA22=1



## **BILAGA 2:**

### **7 FUNKTIONELLA KRAV OCH FUNKTIONSENTREPRENADER I SVERIGE/STATLIGA VÄGNÄTET**

#### **7.1 EXEMPEL på FUNKTIONELLA KRAV I projekt**

De funktionella kraven har under utvecklingsskedet varierat mellan Vägverkets olika regioner liksom värderingen av anbud och fastställande av bonus och viten.

I Vägverkets ATB VÄG, allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion, anges i kapitel A Gemensamma förutsättningar ett antal funktionskrav som gäller vid trafikpåsläpp. Funktionskrav vid garantitidens utgång bestäms av Vägverkets regionala organisation.

I ATB VÄG finns krav vid trafikpåsläpp på friktion, stabilitet och säkerhet mot uppflytning hos konstruktioner, löst stenmaterial på körbanan efter ytbehandling, ojämnhet längs och tvärs vägen mätt med mätbil eller i vissa fall med 3 m rätskiva, tvärfallsavvikelse mätt med mätbil, bogserad mätvagn eller 3 m rätskiva, största tillåtna tjällyftning vid nybyggnad resp. vid underhåll och bärighetsförbättring.

Exempel på efterfrågade funktionskrav framgår av tabell 1 och kunskaper om vart och ett funktionellt krav som använts framgår av tabell 2.

I Vägverkets regler för reglering av beläggningsarbeten, publikation 2002:30 finns förutom regler för reglering av beläggningsens kvalitet även regler för vissa funktionskrav på vägytan vid trafikpåsläpp efter beläggningsarbeten nämligen för:

#### **JÄMNHET I LÄNGSLED**

Nedanstående avdrag utförs om inte beställaren kräver att felaktigheten skall åtgärdas.

Vid mätning av 400 m medelvärden med mätbil enligt VVMB 111, accepteras mätvärden som ligger inom en frizon på 5 % av medelvärdet och 26 % av standardavvikelsen, utöver de värden som anges i ATB VÄG kap A. Vid större avvikelser skall avdrag ske med 15 000 kronor för varje kontrollobjekt om 400 m.

Vid mätning med 3 m rätskiva enligt VVMB 107 görs avdrag med 15 000 kr för varje kontrollobjekt som inte uppfyller ställda krav.

Vid övergångsanordningar till bro gäller avdrag med 5 000 SEK för varje ojämnhet per körfält som inte uppfyller jämnhetskraven i enligt BRO 94.

#### **TVÄRFALL**

Nedanstående avdrag utförs om inte beställaren kräver att felaktigheten skall åtgärdas.

Vid mätning av 400 m kontrollobjekt med mätbil enligt VVMB 111, accepteras mätvärden som ligger inom en frizon på 0,3 % för medelvärdet, och 26 % för standardavvikelsen, utöver de värden som anges i ATB VÄG kap A. Vid större avvikelser skall avdrag ske med 15 000 kronor för varje kontrollobjekt.

Vid mätning med rätskiva enligt VVMB 107 och bogserad mätvagn enligt VVMB 108 gäller avdrag med 15 000 SEK för varje 400 m kontrollobjekt som ligger utanför angivna gränser för tvärfall.

Tabell 1. Funktionella egenskaper som efterfrågas på det statliga vägnätet  
 Objektspecifika krav på slitlager, bindlager och bundna bärlager hanteras av utskott 33 och redovisas inte här.

<b>Egenskap</b>	<b>Beskrivs genom krav på</b>													
<i>Beständighet mot belastningar</i>	Utmattning		Enstaka belastningar		Styvhet		Stabilitet							
<i>Beständighet i övrigt</i>	Slänter	x	Textur	x	Åldrad beläggningssyta	x								
<i>Längsgående ojämnheter</i>	IRI	x	Sättningar	x	Tjällyftningar	x	Lutningsändringar	-	Nivåskillnader	x	Textur	x	Kanthäng	x
<i>Tvärsgående ojämnheter</i>	Spårdjup	x	Tvärfall	x	Nivåskillnad	x								
<i>Skador</i>	Sprickor	x	Skadesumma	-	Lappningar	-	Krackeleringar	x	Hål	x				
<i>Avvattning</i>	Diken	x	Trummor	x	Ledningar	x	Brunnar	x	Hinder	x				
<i>Väggrepp</i>	Friktion	x	Renhet	x	Blödningar	x								
<i>Säkra sidoområden</i>	Ej tillåtna föremål	x	Brunnsbetäckningar	x										
<i>Synbarhet</i>	Retroreflexion	x	Luminanskoefficient	x										

Tabell 2. Kunskaper om vart och ett funktionellt krav som använts:

Objektspecifika krav på slitlager, bindlager och bundna bärlager hanteras av utskott 33 och redovisas inte här.

Funktio- nellt krav	Mätmetod	Mätvärde	Mättidpunkt	Kravvärde	Avdragsvärde	Bonusvärde	Tra- fik	
Utmattning								
Enstaka be- lastningar								
Styvhet								
Stabilitet								
Slänter	Okulärt	Stabilitet Lutning Lösa stenar Block	Enligt in- spektions- plan	Skall vara intakt  Får inte förekomma	-	-		
Textur	Okulärt  Texturmät- ning med Sand-Patch- metoden	Separation  Skillnad i textur mellan skadat och oskadat om- råde	Enligt in- spektionsp- lan	Svårighetsgrad 1 enl. ”Bära eller Brista”, ISBN 831.321 Max 15% i skillnad på ett 100-meters parti	-	-		
Åldrad be- läggnings- yta	Okulärt		Enligt in- spektionsp- lan	Svårighetsgrad 1 enl. ”Bära eller Brista”, ISBN 831.321	-	-		
Längsgå- ende ojämnheter	VV Metod- beskrivning 103:1994 resp. 111:1998	IRI	Efter åtgärd resp. 1 gång per år under funktionsti- den.	För varje 20m resp. 400 m-sträcka beroende av skyltad.	Varierar	Varierar		
Längsgå- ende ojämnheter	Avvägning eller slang- sättning.	Sättningar			-	-		
Längsgå- ende	Beräknas med Väg-	Tjällyftningar		Beroende av referenshas- tighet, klimatzon och be-	-	-		



Funktio- nellt krav	Mätmetod	Mätvärde	Mättidpunkt	Kravvärde	Avdragsvärde	Bonusvärde	Tra- fik
ojämnheter	verkets di- mensione- ringspro- gram PMS- objekt.			roende av om det är ny- produktion eller under- håll/bärighetsförbättring			
Längsgå- ende ojämnheter	2 meters rätskiva	Nivåskillnader		Beroende av skyltad has- tighet och läge på vägen	-	-	
Tvårgåen- de ojäm- heter	VV Metod- beskriv-ning 111:1998	Spårdjup			Avdrag beräknas enligt formel: $(8,5-x)*A*y$ [kr, mm spårdjup] då spårdju- pet ligger mellan 8,5 och 9,5 mm. *)	Bonus beräknas enligt formel: $(7,5-x)* A*y$ [kr, mm spårdjup] då spårdju- pet ligger mellan 5 och 7,5 mm. *)	
Tvårgåen- de ojäm- heter	VV Metod- beskrivning 111:1998	Tvårfall		Minst 2% och tillåten två- fallsavvikelse beroende av skyltad hastighet.	-	-	
Tvårgåen- de ojäm- heter	2 meters rätskiva	Nivåskillnad		Beroende av skyltad has- tighet och läge på vägen	-	-	
Skador	Okulärt	Sprickor		Svårighetsgrad 1 enl. "Bära eller Brista", ISBN 831.321	-	-	
	Okulärt	Krackeleringar		Svårighetsgrad 1 enl. "Bära eller Brista", ISBN 831.321	-	-	
	Okulärt	Hål		Får ej förekomma	-	-	
Avvattning		Diken			-	-	
		Trummor			-	-	
		Ledningar			-	-	
		Brunnar			-	-	
		Hinder			-	-	
Väggrepp	VV MB	Friktion			-	-	

Funktio- nellt krav	Mätmetod	Mätvärde	Mättidpunkt	Kravvärde	Avdragsvärde	Bonusvärde	Tra- fik
	104:1990						
		Renhet			-	-	
		Blödningar			-	-	
Säkra sido- områden		Ej tillåtna fö- remål			-	-	
		Brunnsbe- täckningar			-	-	
Synbarhet	VV MB 501	Retroreflexion			Om kravet enligt FSB inte uppfylls utfaller vite med 20 kkr per kontrollsträcka.	-	
	VV MB 501	Luminansko- effi-cient			Om kravet enligt FSB inte uppfylls utfaller vite med 20 kkr per kontrollsträcka.	-	
Trafikhinder pga. vägarbete	Tidsangivel- se	Väghyra per dag eller dygn			Varierar men avdrag mot- svarande timkostnader på 4500 kronor per timme och hindrad person före- kommer.	-	

\*)A= area för aktuellt uppmätt körfält:  $m^2$   
x= uppmätt spårdjup [mm]  
y= 1 [kr/m<sup>2</sup>] (upp till 9,5mm, därefter ökar y med faktor 1 för varje tiondels mm)

Som framgår av ovanstående tabell finns det ett otal krav men bara ett fåtal som kan ge bonus eller avdrag. Avdragen kan dessutom ofta vara 7 a' 8 gånger större än bonusen.

## **BILAGA 3:**

### **8 FUNKTIONELLA KRAV OCH FUNKTIONSENTREPRENADER I SVERIGE/KOMMUNALA GATU- OCH VÄGNÄTET**

Detta är utdrag från TBv/bel som är vår tekniska beskrivning vid upphandling av bundna lager med funktionella krav. Göteborg har haft dessa krav sedan 1999. Till alla nedanstående krav finns också vad som händer om inte kraven uppfylls, dvs viten.

Det som kännetecknar våra krav är att alla detaljkrav såsom recept, bindemedelstyp, stenmaterialkurvor, hålrum etc har utgått och ersatts med nedanstående. Jag redovisade detta på finska asfaltdagen i år.

Hälsningar Åke Sandin

#### **TBv/bel**

#### **Teknisk Beskrivning Väg/Beläggning - Funktionella egenskaper**

Beskrivning av funktionella krav på tillverkning av asfaltmassa och för utförande av beläggningar inom Göteborgs stad 2002

**2002-01-01**

#### **KRAV PÅ ASFALTBELÄGGNING**

##### **8.1 Vid slutbesiktning**

###### **8.1.1 Tjocklek**

Tjockleken skall vara enligt mängdförteckning för resp ytor. Tjockleken mäts, enligt metod VV MB 903, på borrkärnor och utvärderas enligt Administrativa Föreskrifter, i AFC.641 angiven handling (Regler för avdrag och bonus vid beläggningsarbeten). Provningsfrekvens, se slitstyrka.

På ytor där krav dessutom ställs på slitstyrka skall också ovanstående borrkärnor som tagits upp utnyttjas för bestämning av slitstyrka. Se nedan.

Borrkärnor ersätts med att utlagd mängd asfaltmassa divideras med uppmätt yta vid:

Lagertjocklekar under 25 mm.

Justertoppar eller liknande, där lagertjockleken kan variera över ytan. Om viss minimitjocklek är ett krav skall detta framgå av det enskilda objektets tekniska beskrivning. Om detta skall verifieras skall det anges i provplan.

Ytor under 1000 m<sup>2</sup>

Tjocklek i mm fås genom att erhållet tal för kg/m<sup>2</sup> divideras med skrymdensiteten, 99% Marshall.

### 8.1.2 Slitstyrka (slitlager)

#### > 30 mm

Slitstyrka fastställs genom provning enligt Prall-metoden, FAS Metod 471-00:2 på osågad överyta. Provning sker endast på slitlager som är > 30 mm tjockt.

Borrkärnor uttages slumpmässigt, fördelade över hela ytan, enligt följande: En provserie om 5 provkroppar uttages per påbörjad yta av 5000 m<sup>2</sup>. Om ytan är mindre än 5000 m<sup>2</sup> slumpas 5 st borrkärnor på hela ytan. Ytor mindre än 1000 m<sup>2</sup> provas ej. Ytor under 1000 m<sup>2</sup> redovisas som "Lokalgata, ÅDT k just <500".

Om slitlagret lagts på jämt, fräst eller justerat underlag utvärderas kravet enligt Administrativa Föreskrifter i AFC.641 angiven handling (Regler för avdrag och bonus vid beläggningsarbeten) under rubriken "Jämnt underlag".

Om slitlagret läggs på spårig yta utvärderas kravet enligt Administrativa Föreskrifter i AFC.641 angiven handling (Regler för avdrag och bonus vid beläggningsarbeten), under rubriken "Ojämnt underlag".

#### < 30 mm

Vid upphandlad tjocklek < 30 mm sker provning på 2 st Marshallkroppar, 100 mm, som delas, framställda enligt FAS-Metod 414-01.

Slitstyrkan fastställs genom provning enligt Prall-metoden, FAS Metod 471-98 på de 4 st erhållna delade Marshallkroppars **sågade** yta.

Marshallkroppar provas enligt följande:

En provserie (4 värden) på Marshallkroppar görs per påbörjad sammanlagd produktion av 500 ton och massasort där krav på slitagevärde finns.

Krav utvärderas enligt Administrativa Föreskrifter , i AFC.641 angiven handling (Regler för avdrag och bonus vid beläggningsarbeten), under rubriken "Jämmt underlag". Utöver slitagevärde skall aktuell skrymdensitet anges.

Om beställaren på objekt med tjocklek < 30 mm, där så är möjligt, önskar ställa krav på slitstyrka på provkropp från vägen skall detta anges i provplanen.

**Krav**

**Typ av yta**

Gångbana

GC-väg

Parkeringsplats

Lokalgata, ÅDT k just <500

Övriga gator, ÅDT k just 500 – 2000

Övriga gator, ÅDT k just 2000 – 4000

Övriga gator, ÅDT k just > 4000

**Krav, tillåtet slitagevärde**

Inget krav, kulkvarnsvärde anges.

Inget krav, kulkvarnsvärde anges.

Inget krav, kulkvarnsvärde anges.

Inget krav, kulkvarnsvärde anges.

42 cm<sup>3</sup>

35 cm<sup>3</sup>

28 cm<sup>3</sup>

Kulkvarnsvärde skall endast anges som information kompletterat med flisighetstal och sprödhetstal. Angivna värden skall avse innevarande års produktionskontroll kompletterat med genomsnittligt värde och standardavvikelse från de två närmsta åren innan.

**8.1.3 Stabilitet och vattenkänslighet (slitlager, bindlager, bundna bärlager)**

Provtagning

Prov på asfaltmassa uttages vid asfaltverk i samband med utförandet.

Provningsfrekvens

Dynamisk krypstabilitet och vidhäftningstal bestäms en gång per påbörjad mängd av 5000 ton och produkt och asfaltverk.

Entreprenören skall i samband med massaprovet uttagning ta ut A- och B-prov så att beställaren har möjlighet att utföra opartisk provning på prov B. B-prov skall tas ut på ett aktuellt objekt. Efter godkänd slutbesiktning behöver ej uttagna B-prov sparas.

Vid volymer under 100 ton kan resultat från föregående år redovisas. Dock skall B-prov tas ut från aktuellt objekt.

Om entreprenören redan under samma säsong bestämt dynamisk krypstabilitet och vidhäftningstal på aktuell massasort gäller detta som redovisning. Förutom redovisade värden för dynamisk krypstabilitet och vidhäftningstal skall använd skrymdensitet på laboratorium samt "*Medelpackningsgrad*" från vägen redovisas.

Denna provtagning kompletteras genom att levererande asfaltverk kontinuerligt sammanställer egen produktionskontroll. Delgives beställaren efter önskemål.

#### Provberedning

#### **Medelpackningsgrad, definition**

Medelpackningsgrad skall definieras som medelvärde av skrymdensiteter bestämda på provkroppar från 3 st slumpmässigt utvalda kontrolltytor om 5000 m<sup>2</sup> (15 st provkroppar). För ytor under 15 000 m<sup>2</sup> använts samtliga uppborrade provkroppar. Provkroppar, vilka borrats upp ur beläggning för bestämning av nötningssegenskaper respektive tjockleksbestämning kan användas för bestämning av objektets Medelpackningsgrad.

En provkroppss skrymdensitet skall korrigeras med hänsyn till dess kompaktensitet (enligt FAS Metod 412-98 eller 425-00). Korrigering sker med ett värde motsvarande avvikelserna från alla provkroppars medelkompaktensitet. Är variationen i stenmaterialets korndensitet liten (standardavvikelse < 0,15 g/cm<sup>3</sup> mätt över en säsong) behöver korrigering av skrymdensiteten inte utföras. Skrymdensiteten skall bestämmas med vattenmetoden FAS Metod 427-98. För att erhålla ett riktmärke för laboratoriepackning av massan bör även skrymdensitet enligt FAS Metod 448-98 (utan klackar på skjutmättet) bestämmas. Provkropparna skall tillverkas i samband med att analys är aktuell.

För objekt av typ Parkeringsplats, Lokalgata (ÅDTk,just < 500) och Övriga gator (ÅDTk,just 500-2000) sätts *Medelpackningsgrad* = 99 % marshallpackning enligt arbetsrecept och/eller produktionskontroll.

För objekt av typ gångbana och GC-väg används inte begreppet Medelpackningsgrad.

#### **8.1.4 Stabilitet.**

För varje provomgång packas på laboratorium sex provkroppar medelst gyatorisk packningsutrustning till varierande packningsgrad. Den gyatoriska packningsapparaten skall vara inställd med vinkel = 1°, varvtal = 30 rotationer/min och tryck = 600 kPa. De sex provkropparna skall packas så att två erhåller en packningsgrad i det närmaste motsvarande ovan bestämda *Medelpackningsgrad*. Av de övriga skall två packas till en lägre packningsgrad motsvarande ca *Medelpackningsgrad* - 3 % och två till en högre packningsgrad motsvarande ca *Medelpackningsgrad* + 2 % (procentalen motsvarar ca -3% respektive +2% hålrum). Skrymdensitet enligt ovan bestämd enligt FAS Metod 448-98 kan vara vägledande.

Obs! För "*ca Medelpackningsgrad* + 2 %" gäller att packningen avbryts om inte + 2% erhållits efter 300 varv.

Efter packningen sågas provkropparna till en tjocklek av 60 +/- 2 mm med dubbla parallella sågsnitt varefter skrymdensiteten bestäms enligt FAS Metod 427-98. Är variationen i stenmaterialets korndensitet stor (se ovan) bestäms även kompaktensiteten för varje provkropp för framräkning av hålrumshalt (efter analys).

### 8.1.5 Vattenkänslighet.

För varje provyta packas på laboratorium tio provkroppar medelst gyratorisk packningsutrustning till en och samma packningsgrad motsvarande ovan bestämda *Medelpackningsgrad*. Skrymdensitet enligt ovan bestämd enligt FAS Metod 448-98 kan vara vägledande. Efter packningen sågas provkropparna till en tjocklek av 60 +/- 5 mm med dubbla parallella sågsnitt varefter skrymdensiteten bestäms på alla provkroppar enligt FAS Metod 448-98.

För objekt av typ gångbana och GC-väg tillverkas provkroppar på laboratorium medelst marshallinstampning enligt FAS Metod 414-01 (diameter ca 100 mm). Provkropparnas skrymdensitet bestäms enligt FAS Metod 427-98.

#### Analys

**Stabilitet.** Alla sex provkropparna provas enligt FAS Metod 468-00. Ett diagram uppritas med skrymdensitet (hålrumshalt, se ovan) som x-axel och permanent deformation (mikrostrain) som y-axel. Regressionslinjen beräknas (är normalt inte linjär utan logaritmen för deformationen skall användas). Deformationsegenskaper vid *Medelpackningsgrad* beräknas genom avläsning på regressionslinjen i diagrammet.

Vattenkänslighet. Vidhäftningstal bestäms enligt FAS Metod 446-01.

#### Krav

**Stabilitet.** Deformationsegenskaper vid *Medelpackningsgrad* skall uppfylla värden enligt tabell. Gäller på jämt, fräst eller justerat underlag.

Vid spårigt underlag och beläggningslager med tjocklek > 25 mm gäller värden enligt tabell + 10%. Detsamma (+10%) gäller lager utlagda på obundet material

**Vattenkänslighet.** Erhållet vidhäftningstal skall uppfylla värden enligt tabell.

#### **Tabell**

<u>Typ av yta vidhäftningstal</u>	<u>Krav dynamisk kryp</u>	<u>Tillåtet vidhäftningstal</u>
Slitlager		
Gångbana		≥ 80 %
GC-väg		≥ 80 %
Parkeringsplats	Högst 18000 µε*	≥ 70%*
Lokalgata, ÅDT k just <500	Högst 18000 µε*	≥ 70%*
Övriga gator, ÅDT k just 500 – 2000	Högst 18000 µε*	≥ 70%*
Övriga gator, ÅDT k just 2000 – 4000	Högst 13000 µε	≥ 70%
Övriga gator, ÅDT k just > 4000	Högst 13000 µε	≥ 70%
<i>Bindlager**</i>	Högst 8000 µε (13000 µε)	≥ 75 % (70%) <sup>1</sup>
<i>Justerlager</i>	Högst 13000 µε	≥ 70%
<i>Bundna bärlager**</i>	Högst 18000 µε (25000 µε)	≥ 70% (≥ 60%)

\* På laboratorietillverkade provkroppar. 99 % marshallpackning enligt arbetsrecept och/eller produktionskontroll.

\*\* På beställd tjocklek över 60 mm tillåts redovisning på uppborrade provkroppar från väg.

Krav, se ovanstående värden inom parantes.

### **8.1.6 Friktion på vägyta**

Friktionen får ej understiga 0,5 som medelvärde för 20-meterssträcka enligt metodbeskrivning VV MB 104 på isfri yta.

### **8.1.7 Textur på vägyta, gångyta, GC-yta, parkeringsyta**

Samtliga beläggningar skall före trafikpåsläpp uppvisa ett medeltexturmått enligt Sand-patchmetoden på minst 0,5 mm och max 1,5 mm.

### **8.1.8 Krav på jämnhet i längsled**

Slitlagerbeläggning får ej uppvisa större ojämnheter än 6 mm relativt en 5 m lång rätskiva utlagd i vägens längdriktning.

### **8.1.9 Tvärfall**

Inget vatten får bli stående på ytan. Avrinning till befintliga brunnar skall säkerställas.

Kontrolleras genom okulärbesiktning.

### **8.1.10 Flexibilitet**

Sprickor får ej förekomma i "nylagda" lager. Undantag gäller för dokumenterade sprickor i underliggande lager inventerade enligt "Bära eller Brista". Kontrolleras genom okulärbesiktning.

### **8.1.11 Stenlossning**

Besvärande stensläpp får ej förekomma. Kontrolleras genom okulärbesiktning.



## **8.2 Under garantitiden och vid garantibesiktning efter fem år**

### **8.2.1 Friktion på vägyta**

Friktionen får ej understiga 0,5 som medelvärde för 20-meterssträcka enligt metodbeskrivning VV MB 104 på isfri yta.

### **8.2.2 Flexibilitet**

Sprickor får ej förekomma i nylagda lager. Undantag gäller för dokumenterade sprickor i underliggande lager inventerade enligt "Bära eller Brista". Kontrolleras genom okulärbesiktning.

### **8.2.3 Stenlossning**

Besvärande stensläpp får ej förekomma. Kontrolleras genom okulärbesiktning.



## **BILAGA 4:**

### **9 FUNKSJONELLE LABORATORIE- OG DIMENSJONERINGSMETODER. NORSKE ERFARINGER**

Jostein Myre  
Statens vegvesen Akershus

Bjørn Greger  
Kolo Veidekke  
Utkast 7/5-2001

## **9.1 Generelt**

I NVF utvalg 34 "Vegens konstruksjon" har en definert følgende virksomhetsområder for perioden 2000-2004:

- Analytisk dimensjonering
- Alternative materialer
- Forsterkningsmetoder
- Funksjonsegenskaper

Dette notatet oppsummerer erfaringer fra Norge knyttet til sistnevnte område "Funksjons-egenskaper".

## **9.2 Kontraktssystem**

### **9.2.1 Reseptorienterte asfaltkontrakter**

De fleste asfaltkontrakter i Norge er reseptbaserte. Det vil si at det stilles krav til:

- egenskaper for steinmaterialer og bindemiddel
- grensekurver for tilslag
- proporsjonering vanligvis etter Marshall

I tillegg er det spesifisert krav til produksjon og utlegging. Alle komponenter og ledd er med andre ord spesifisert og beskrevet i detalj.

### **9.2.2 Funksjonskontrakter**

#### **9.2.2.1 Generelt**

I funksjonskontrakter er det stilt krav til det ferdige dekket, og entreprenøren kan vanligvis bestemme materialer, asfalttype etc. som skal benyttes. Interessen for funksjonskontrakter i Norge er økende, men til nå har denne kontraktstypen ikke vært anvendt i særlig stor utstrekning. Håndbok 018 "Vegbygging" er nå under revisjon. I forbindelse med revisjonen vil en trolig legge større vekt på funksjonsegenskaper og funksjonelle krav. Videre i dette kapittelet beskrives ulike typer av funksjonskontrakter som er utprøvd i Norge.

#### **9.2.2.2 SPS-kontrakt**

SPS-(Spesifikk piggdekkslitasje) kontrakter er en kontrakt med slitasjegaranti knyttet til spor forårsaket av piggdekkslitasje. Kontrakten benyttes på høytrafikkerte veger der piggdekk-slitasje er dominerende skadetype. Oppgjør foretas vanligvis etter 2-3 vintersesonger, og det er ofte både bonus og trekk i kontrakten. I de siste årene har en hatt en kraftig

reduksjon i piggdekkbruken rundt de store byene. Denne kontraktsformen er derfor blitt mindre aktuell.

### **9.2.2.3 SUV-kontrakt**

I SUV-(sporutvikling) kontrakter er det krav til total sporutvikling, dvs. spor forårsaket både av piggdekk og deformasjoner. SPS-kontrakter og SUV-kontrakter er i prinsippet like bortsett fra at en måler totalt spor. SUV-kontrakter i likhet med SPS-kontrakter har ofte både bonus og trekk. Oppgjør foretas vanligvis når totalt spor passerer en viss grenseverdi. SUV-kontrakter har ikke blitt brukt i noe særlig stort omfang, men kontraktsformen er allikevel meget aktuell.

### **9.2.2.4 Levetidskontrakt**

Mens det i SPS- og SUV kontrakter kun er krav til spor, er det i levetidskontrakter også krav til jevnhet, friksjon og tverrfall i en bestemt tidsperiode, gjerne 5 år. Ofte har også entreprenøren et vedlikeholdsansvar innenfor denne perioden. Levetidskontrakter har vært mest brukt i forbindelse med forsterkning dvs. på parseller der det er behov for mer enn et slitelag. Ofte er det krav ved overtagelse og ved kontraktens utløp.

### **9.2.2.5 Vedlikeholdskontrakt**

I vedlikeholdskontrakter har entreprenøren ansvaret for vedlikehold av en eller flere parseller i en gitt periode. Her som i foregående kontraktstype er det spesifisert hvilke funksjonskrav som gjelder for spor, jevnhet, tverrfall, friksjon, lapping av hull etc. Vedlikeholdskontrakter er ofte basert på en fast pris pr. år for vedlikehold.

## **9.2.3 Kontrakter med krav til funksjonsegenskaper bestemt i laboratoriet**

Som et alternativ til kontrakter med funksjonskrav målt på vegen (se kapittel 2.2) kan en bruke kontrakter med krav relatert til såkalte funksjonelle laboratoriemetoder. Dette er laboratoriemetoder som har en sammenheng med funksjon på vegen, se kapittel 6. Kontrakter med krav til funksjonelle egenskaper bestemt i laboratoriet har ikke fått stor utbredelse i Norge. Dette kan delvis skyldes at det ikke alltid er en god sammenheng mellom laboratorie-metodene og funksjon i felten. Derfor er det nødvendig å utvikle laboratoriemetodene videre. Funksjonelle laboratoriemetoder vil imidlertid være spesielt godt egnet i forbindelse med utprøving av nye dekketyper, som et alternativ til tidkrevende og dyre feltforsøk. Det vil trolig også ta lang tid før alle kontrakter er funksjonskontrakter med krav til funksjon målt på vegen. I mellomtiden kan en bruke kontrakter med krav til funksjonelle laboratoriemetoder.

## **9.3 Funksjonsmålinger på veg**

### **9.3.1 Generelt**

Trafikantenes og omgivelsenes ønske til et vegdekke når det gjelder komfort, trafiksikkerhet og miljø kan oppsummeres som følger:

- Jevn overflate uten hull og spor
- Riktig tverrfall
- God friksjon
- Lys overflate egnet for kjøring i mørket
- Miljømessig tilfredsstillende utforming

Dette er egenskaper som uttrykker vegdekkenes funksjon overfor trafikanter og omgivelser eller hva en kan kalle funksjonsegenskaper. De fleste av disse egenskapene kan måles på vegoverflaten. I funksjonskontrakter (se kapittel 2.2) har det blitt stilt krav til flere av disse egenskapene.

### **9.3.2 Spor, jevnhet, tverrfall og makrotekstur**

#### **9.3.2.1 Generelt**

I Norge er det utviklet et utstyr kalt "ALFRED" for måling av spor, jevnhet, tverrfall og evt. makrotekstur. Nevnte parametere registreres vha. en tverrgående målebjelke montert foran på en målebil. Både spor, jevnhet, tverrfall og evt. makrotekstur registreres samtidig under måling. Målehastigheten er vanligvis ca. 50 km/t. Normalt registreres spor, jevnhet og tverrfall for hele vegnettet i Norge en gang i året. Makrotekstur måles imidlertid ikke på regulær basis.

#### **9.3.2.2 Spor**

Bredde på målebjelken for spormåling kan varieres mellom 2000 og 3375 mm. Normal bredde ved spormåling er 2000 mm. Spordybde og tverrfall måles vha. 17 ultralydsensorer. Dette gir en avstand mellom sensorene på 125 mm ved normal bjelkebredde.

Ved måling plasseres målebjelken midt mellom sporene. Med en normal sporavstand på norske veger på ca. 140-150 cm, betyr det at begge sporene måles helt eller delvis.

#### **9.3.2.3 Langsgående jevnhet**

Langsgående jevnhet registreres vha. en lasersensor kombinert med gyroer og akselerometre. Måling av langsgående jevnhet foretas i ytre hjulspor. På grunnlag av målingene beregnes et lengdeprofil som danner grunnlaget for beregning av IRI (International Roughness Index).

### 9.3.2.4 Makrotekstur

Makrotekstur defineres som ujevnheter med bølgelender i området 0,5-50 mm. Lasersensoren som brukes til jevnhetsmåling har stor nøyaktighet og høy kapasitet. Ved en målehastighet på 50 km/t gjøres det en måling av avstanden til vegoverflaten for hver 0,4 mm kjørt distanse. Dette gjør at en kan registrere makrotekstur samtidig med måling av langsgående jevnhet. Foreløpig er makroteksturdata mest benyttet for forskningsformål, dvs. at makroteksturdata ikke samles inn på regulær basis for hele vegnettet. Det er satt i gang undersøkelser i Norge for å se om makrotekstur kan benyttes for å beskrive homogeniteten til et ferdig asfaltdekke.

### 9.3.3 Friksjon

I Norge er det utviklet flere utstyrsenheter for å måle friksjon: OSCAR og ROAR. Begge utstyrstypene er utviklet av Norsemeter i samarbeid med Statens vegvesen. Med dette utstyret kan en foruten å måle med fast slipp, bestemme de nødvendige friksjonsparametre som friksjonens hastighetsavhengighet og kritisk friksjon (låst hjul), ved kun en måling med variabel slipp og en tilstrekkelig høy målehastighet.

## 9.4 Funksjonelle krav for nye vegdekker

I håndbok 018 "Vegbygging" er det gitt en del "funksjonskrav" som gjelder for alle nylagte dekker uavhengig av kontraktstype.

Krav til jevnhet for nylagte dekker i tverretning og lengderetning er vist i tabell 1. Kravene er relatert til måling med rettholt. Dette er tungvint og svært arbeidskrevende. I praksis har derfor kravene vært "sovende", dvs. at en ikke har kontrollert kravene i særlig utstrekning.

Krav til tverrfall er vist i tabell 2, og nylagte dekker skal tilfredstille krav til friksjon som vist i tabell 3.

Tabell 1. Toleranser (mm) for geometriske krav til jevnhet pr. 500 m tofelts veg /ref. hb. 018/

Parameter	Hovedveger og samleveger	Andre veger
Jevnhet i tverrprofilet (spor), krav til enkeltverdi 1)	6	8
Jevnhet i lengdeprofil, krav til enkeltverdi 1)	4	6

1) Målt med 3 m rettholt

Tabell 2. Krav til tverrfall (ref. hb. 018)

ÅDT	Krav til tverrfall
<5000	Min. 3 %
>5000	Min. 4 %

Målt med 2 m rettholt

Tabell 3. Kav til friksjon (ref. hb. 018)

Bebyggelse	ÅDT	Krav til friksjon (våt vegbane ved 60 km/t)
Middels og spredt	<3000	0,4
Middels og spredt	3000-5000	0,45
Middels og spredt	>5000	0,5
Tett	<1500	0,4
Tett	1500-3000	0,45
Tett	>3000	0,5

## 9.5 Funksjonelle krav for vedlikehold av vegdekker

### 9.5.1 Generelt

Håndbok 111 fra 1999 angir funksjonskrav for drift og vedlikehold av vegdekker i Norge. Disse er relatert til spor, jevnhet, friksjon, tverrfall, sprekker, hull.

### 9.5.2 Spor og jevnhet

For spor og jevnhet skilles det mellom krav på vegnettsnivå og krav på parsellnivå, se tabell 4 og 5. Målene er relatert til 90 % nivået.

Tabell 4. Mål for spor og jevnhet på vegnettsnivå (ref. hb. 111)

ÅDT	Spordybde (mm) –90 % nivå		Jevnhet (IRI)- 90 % nivå	
	Stamveg	Øvrig riksveg	Stamveg	Øvrig riksveg
0-300	15	15	4,0	5,0
301-1500	15	15	4,0	4,5
1501-5000	15	15	3,0	3,5
>5000	15	15	2,5	3,0

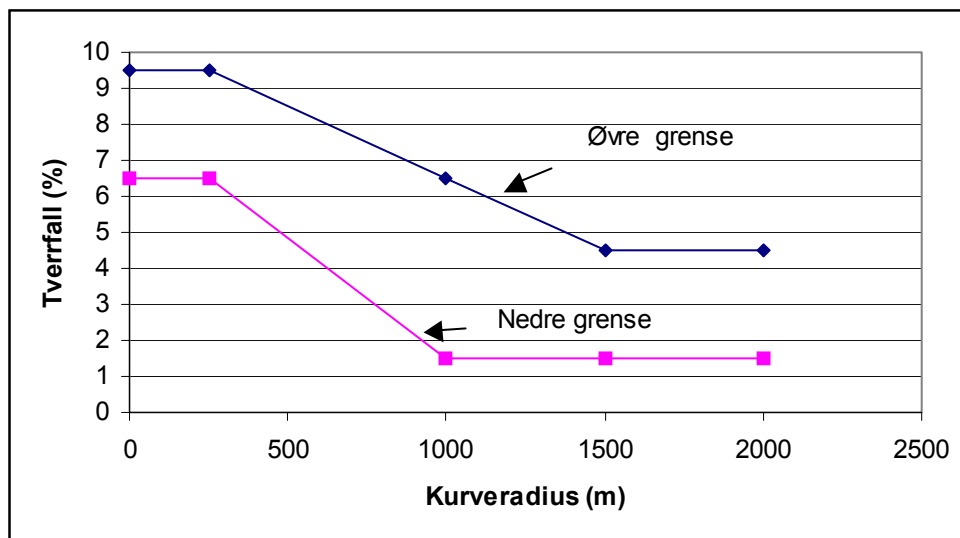
Tabell 5. Mål for spor og jevnhet på parsellnivå (ref. hb. 111)

ÅDT	Spordybde (mm) –90 % nivå		Jevnhet (IRI)- 90 % nivå	
	Stamveger	Øvrige riksveger	Stamveger	Øvrige riksveger
0-300	25	25	4,6	5,6
301-1500	25	25	4,6	5,6
1501-5000	25	25	4,1	5,1
>5000	25	25	3,6	4,6

### 9.5.3 Tverrfall

Krav til tverrfall er relatert til vegens horisontalkurvatur, se figur 1. Kravene gjelder både enkeltpunkt og strekninger.





Figur Kuva 1. . Krav til tverrfall (ref. hb. 111)

#### 9.5.4 Friksjon

I Norge stilles det krav til at friksjonskoeffisienten på våt vegbane skal være 0,4 eller høyere (ref. hb. 111).

#### 9.5.5 Andre funksjonskrav

I håndbok 111 er det også krav til hull og sprekker. Hull i kjørebane eller skulder som representerer en fare for trafikanter eller kjøretøy, skal repareres omgående. Hull som ikke er direkte trafikkfarlige skal repareres som angitt i tabell 6.

Tabell 6. Krav til reparasjon av hull (ref. hb. 111)

Hull i	ÅDT	Hull skal repareres senest i løpet av
Kjørebane	<1500	1 uke
Kjørebane	>1500	3 dager
Skulder	-	1 uke

For sprekker er det krav til forsegling dersom:

- Bredden > 20 mm
- Lengden > 4 m og bredden > 10 mm

## 9.6 Funksjonsmålinger i laboratoriet

### 9.6.1 Generelt

I 1999 ble prosjektet "Funksjonsrettede metoder og kontraktssystem" avsluttet. Prosjektet ble gjennomført som et fellesprosjekt for medlemsbedriftene i AEF Servicekontoret. I prosjektet definerte en følgende funksjonsrelaterte egenskaper /1/:

- Slitasje
- Deformasjon
- Lastfordeling
- Utmatting
- Termisk sprekkdannelse
- Vedheft
- Aldring
- Bearbeidbarhet
- Homogenitet

I etterfølgende kapitler skal en kort gjennomgå hvilke funksjonelle laboratoriemetoder en har i Norge for å bestemme nevnte egenskaper. Av gjennomgangen vil en se at det fremdeles gjenstår mye arbeid før en har gode funksjonelle laboratoriemetoder.

### 9.6.2 Slitasje

I Norge har en til nå brukt Trøger-metoden for å måle slitasje i laboratoriet. Denne metoden er imidlertid beheftet med en del svakheter. I CEN er det foreslått 2 utstyr for vurdering av slitasjeegenskaper: PKW-utstyret og Prall. Ingen av disse er utprøvd i Norge. I Norge jobber en med å utvikle en prognosemodell for sporslitasje lik modellen fra VTI hvor asfalttype og tilslagets sammensetning og egenskaper vurderes.

### 9.6.3 Deformasjon

Spordannelse på vegoverflaten kan generelt ha følgende årsaker:

- Piggdekkslitasje
- Etterkomprimering
- Plastiske deformasjoner

Det viktigste bidraget til spordannelse på høytrafikkerte veger i Norge har tradisjonelt vært piggdekkslitasje. Rundt de store byene er imidlertid andelen piggdekk kraftig redusert de siste årene, og på en del veger har en påvist at plastiske deformasjoner i asfalten også gir et vesentlig bidrag til spordannelsen.

Plastiske deformasjoner i asfaltdekket kan oppstå som en følge av en rekke faktorer knyttet til asfaltens sammensetning, andel knuste steinmaterialer, bindemiddelmengde og hardhet, hulrom osv. samt ytre faktorer som trafikkbelastning og klima.

I Norge har en følgende funksjonelle testmetoder for bestemmelse av plastiske deformasjons-egenskaper: Wheel Tracking Test (WTT) og dynamisk krypforsøk i treaksialrigg eller i Nottingham Asphalt Tester (NAT). I noen få kontrakter har byggherren satt krav til dokumentasjon av plastiske deformasjonsegenskaper fra WTT, mens entreprenøren i andre kontrakter selv har lagt fram dokumentasjon av plastiske deformasjonsegenskaper fra WTT. Til nå har imidlertid WTT og dynamiske krypforsøk vært mest benyttet til forskningsformål.

#### **9.6.4 Lastfordeling**

I Norge har en 3 utstyrstyper for bestemmelse av E-modul:

- Indirekte strekk eller spaltestrekk utstyr
- Nottingham Asphalt Tester
- Treaksialutstyr

NAT og spesielt treaksialutstyr har til nå vært mest brukt til forskningsformål. I Norge brukes i hovedsak indirekte strekkforsøk for bestemmelse av lastfordelingskoeffisient og E-modul for asfalt. Dette er en enkel metode som ser ut til å fungere tilfredsstillende. Metoden er basert på at det er etablert en sammenheng mellom indirekte strekkstyrke og E-modul bestemt ved treaksialmålinger.

I håndbok 018 er det krav til lastfordelingskoeffisienter for alle materialer i overbygningen. For varmmasse kreves imidlertid vanligvis ingen dokumentasjon av disse verdiene da en antar at angitte krav til sammensetning av massen i hb. 018 gir lastfordelingskoeffisienter som spesifisert. For kaldmasse har en imidlertid en større grad av frihet når det gjelder sammen-setning. I asfaltkontrakter med kalde masser er det derfor vanligvis krav til dokumentasjon av lastfordelingskoeffisienter.

#### **9.6.5 Utmatting**

I Norge har en bygget en 3 punkts bøyerigg med elastisk gummiunderlag for bestemmelse av utmattingsegenskaper /3/. Ved utmattingforsøkene brukes bjelkeformede prøver, og til nå har en bestemt utmattingsegenskapene for de vanligste asfalttypene til slitelag, bindlag og bærelag. Utmattingforsøk har bare vært anvendt til forskningsformål. I kontrakts-sammenheng har det foreløpig ikke vært aktuelt å stille krav til dokumentasjon av utmattingsegenskaper vha. nevnte utmattingststyr.

#### **9.6.6 Termisk sprekkdannelse**

I Norge har en ikke laboratorietstyr for å vurdere termiske egenskaper og faren for termiske sprekkdannelser i asfalt. I /1/ er det i stedet foreslått å bruke Fraas-verdien for bindemiddelet som et grunnlag for en vurdering av faren for termisk sprekkdannelse.

### 9.6.7 Vedhefting

I Norge benyttes flere metoder for bestemmelse av vedheftningsegenskaper; rulleflaske, koketest, indirekte strekkforsøk, Net Adsorption Test (NA), Wheel Tracking Test. Koketesten er meget enkel, men det er vel tvilsomt om den er god nok. Indirekte strekk forsøk på prøver med og uten vannlagring har også vært forsøkt. Metoden synes imidlertid å trenge noen justeringer /1/. Når det gjelder NA så har det vært gjort ganske omfattende forsøk. Det virker som denne testen gir store forskjeller i vedheft mellom ulike steinmaterialer for et og samme bindemiddel, men at det også er variasjoner for et steinmateriale avhengig av bindemiddelet som er anvendt. Testen virker derfor lovende. Wheel Tracking test er tidligere omtalt under bestemmelse av deformasjon, se kapittel 6.3. Metoden kan imidlertid også anvendes til vedheftsundersøkelser. Prøvene blir temperert i vannbad. Hvis asfaltprøven har dårlig vedheft vil den etter en viss tid få en kollaps som normalt gir en rask deformasjonsutvikling /1/.

### 9.6.8 Aldring

I Norge har en følgende laboratorieutstyr for bestemmelse av aldringegenskaper:

- Korttidsaldring på bindemiddel: RTFOT, TFOT eller RFT
- Langtidsaldring på asfaltmasse: PAV

### 9.6.9 Bearbeidbarhet

For varme asfaltmasser har en i Norge brukt gyratorisk kompaktor for å vurdere bearbeidbarhet. Ringanalyser viser imidlertid at det er store forskjeller mellom de ulike utstyrsenhetene av samme fabrikat og type når det gjelder nivå for skjærkraften og utvikling av skjærkraften som funksjon av antall rotasjoner. Det gjenstår derfor fremdeles en del arbeid før en med sikkerhet kan fastslå om denne metoden er egnet for å vurdere massens bearbeidbarhet. For kalde asfaltmasser har en også utført forsøk med Nynäs Workability Tester. Sistnevnte utstyr er egnet for å måle masseviskositet, men nøyaktigheten av utstyret og målemetoden er begrenset.

## 9.7 Dimensjoneringsmetoder

I Norge brukes en empirisk dimensjoneringsmetode kalt indeksmetoden for dimensjonering av vegoverbygninger. I denne metoden er det krav til indekser i ulike dybder: dekkeindeks, bærelagsindeks og total indeks for hele vegoverbygningen. Indeksen for hvert enkelt lag defineres som produktet av lastfordelingskoeffisienten og lagtykkelsen i cm.

I de senere år er det utviklet en rekke analytiske eller mekanistiske dimensjoneringsmetoder som er mer funksjonsrettet. I analytiske dimensjoneringsmetoder er det vanlig å vurdere en eller flere av følgende skadetyper: utmatting, deformasjon, lavtemperaturoppsprekking, ujevnheter etc. I Norge har svært begrensede erfaringer med analytiske dimensjonerings-metoder.

En har i flere år benyttet ulike IT-program for beregning av primærrespons som for eksempel Chevron og Bisar. Ved NTNU i Trondheim er det dessuten utviklet en egen beregningsmodell for å ta hensyn til at materialer kan ha positiv dilatans. Med denne modellen får en et mer realistisk spenningsbilde i bunnen av granulære materialer ved at en unngår strekk.

Fagmiljøet i Norge har en avtale med Nynäs om bruk av IT-programmet NOAH. Med dette programmet beregnes spenninger og tøyninger og faren for utmatting og deformasjon kan vurderes vha. egendefinerte modeller som legges inn i programmet. Av andre lignende programmer som er benyttet i Norge kan nevnes Moebius fra Esso og VESYS. I Norge er det ingen umiddelbare planer om å utvikle et eget mekanistisk dimensjoneringsystem.

## 9.8 Vegens konstruksjon

I Norge har vi ingen erfaring med funksjonskrav utover det som kan måles i laboratorier eller på vegens overflate, slik det her er redegjort for i punktene 1 - 7.

Men vi står foran spennende utfordringer, med bl.a. OPS-kontrakter (Offentlig Privat Samarbeid). Det gjelder bygging av ny veg, og kontraktene vil få funksjonsbeskrivelser, uten at detaljer foreløpig er kjent. Det som er viktig er å rendyrke vegprosjektets funksjoner, uten å blande begrepene, slik vi opplever i andre land og tildels oppfatter diskusjonen her hjemme for asfaltdekker. Det blir uheldig om vi dels har materialbeskrivelser (som slitasjemotstand til stein), dels funksjonelle beskrivelser av massesammensetning (som krav til utmatting) sammen med den totale dekkeegenskapen (som spor, jevnhet o.s.v.). Vi ser bl.a. nye CEN bestemmelser for funksjonelle krav til både bitumen og til vegdekker. For bitumen ønsker vi oss informasjon om aldrings- og lavtemperaturegenskaper, men at alle funksjonelle krav med testmetoder retter seg mot det ferdige dekket.

I vegbygging kan vi se for oss en rekke nye funksjonsbegreper som:

- Styrke (belastning, undergrunn, klima = dimensjonering)
- Sikkerhet (geometri, trafikkantseparasjon, vegelementer = vegutforming)
- Estetikk (plass i terrenget, utsmykning, skråningsutforming)
- Transportøkonomi (kurvatur, kryss, fremkommelighet)
- Vegholdsevne (egnethet for vedlikehold, forsterkning, materialvalg)
- Pris (relatert til miljø-, samfunns- og levetidskostnad)
- Restverdi (tilstandsutvikling over en definert periode)

Vi beveger oss her inn på helt nye områder, med flere mulige kreative prosesser. Hvilke krav skal byggherren stille, eller hvor åpen skal oppgaven være for entreprenøren? En ytterlighet kan være at byggherren oppgir noen reguleringsbestemmelser, geometriske begrensninger og opplysninger om trafikk og klima. Og så flyttes konsulenten over fra byggherresiden til entreprenøren. For utvalg 34, Vegens konstruksjon, kan dette bli en oppgave under virksomhetsområde 4.

Referanser

- /1/ AEF Servicekontoret: Funksjonsrettede metoder og kontraktssystem, rapport nr. 1, 1999
- /2/ Håndbok 018 Vegbygging, 1999
- /3/ Myre J; Utmatting av asfaltdekker, Dr.ing. avhandling, NTH, Trondheim, 1989

## **BILAG 5:**

### **10 FUNKTIONSKRAV I DANSKE KONTRAKTER**

#### **10.1 Udbudsgrundlag**

For både amts- og kommunefunktionskontrakterne findes et paradigme for udbudsmateriale. Paradigmaerne er udarbejdet i arbejdsgrupper bestående af asfaltentreprenører, henholdsvis kommune eller amtsrepræsentanter og i tilfælde af kommunekontrakten, også en udbyder af PM-systemer.

Kontrakterne er baseret på de data der ligger i PM-systemer. Her er samtlige veje registreret med længde, bredde, areal, eksisterende belægning, antal dæksler og riste, rabatter og grøfter, striber og hvad der ellers er nødvendigt for entreprenøren at vide når der skal gives tilbud. Umiddelbart før vejnettet udbydes, udføres visuel skadesregistrering på hele vejnettet, sådan at tilstanden er kendt. Bygherren kan også give supplerende oplysninger, som bæreevne målinger eller fotografier af borekerner.

#### **10.2 Funktionskrav**

Det vigtigste funktionskrav i kommunekontrakter er krav til skaderne. Kravet til skader beskrives forskelligt afhængig af hvilket PM-system kommunen har. Enten sættes direkte krav til hver enkelt skade, for eksempel at der ikke må være mere end 5 procent af vejen, der har revner bredere end 2 cm. Og tilsvarende krav til krakelering, slaghuller, svedning og så videre. Et andet PM-system vægter skaderne sammen til en sum, "skadespoint".

Typisk er kravet til skader differentieret. Vejnettet er ofte inddelt i vedligeholdelsesniveauer, da alle veje ikke behøver at blive vedligeholdt til samme standard. Kravene til skader er ikke standardværdier, men varierer meget fra kommune til kommune, alt efter hvilket budget og udgangstilstand som kommunens veje har. Ofte sættes også, mest af æstetiske grunde, et krav til hvor stor en procentdel af vejen der er dækket med lapper.

Udover krav til skader, sættes også krav til funktionsegenskaberne vist i tabel 1 herunder.

Tabel 1: Eksempler på funktionskrav i danske kontrakter.

Funktionskrav og målemetode	Amter	Kommuner
<b>Friktion</b> <b>ROAR</b>	Friktionskoefficient $f > 0,4$ målt ved 60 km/t	
<b>Sporkøring</b> <b>Laser</b>	Max. 10 mm første 10 år Herefter max 15 mm	Afhængig af vedligeholdelsesniveau (og kommune): Max 20 mm for niveau 1 - 2 Max 50 mm for niveau 3
<b>Jævnhed i længderetningen</b> <b>Laser</b>	Intet vand på vejen  I hele kontraktperioden skal krav til "viagraf-tal" ifølge dansk standard, overholdes.	Intet vand på vejen  For nye belægninger er der, de første 5 år, krav til "viagraf-tal" ifølge dansk standard.  Resten af kontrakt perioden: IRI max 4,5 m/km målt på en vilkårlig 100 m strækning
<b>Refleksion af belægning</b>	Hvis der er gadebelysning er der krav til refleksion på belægninger udlagt i kontraktperioden: Beta værdi eksempelvis max 0,095 som middel, og max 0,09 som enkeltværdi.	
<b>Tværsprofil</b> <b>Visuelt</b>	Afvigelser fra foreskrevet tværfald max 5 ‰  Sætninger max 3 mm målt med 1 m retskede	Intet vand på vejen
<b>Slaghuller</b> <b>Visuelt</b>	Max 10 x 10 cm	
<b>Bæreevne</b> <b>Faldlod</b>	Bruges kun i mindre grad. I nogle tilfælde er kontrakterne blevet for dyre, i andre tilfælde har det fungeret fint.  Kravet sættes som: Forstærkningsbehov max x mm ved aflevering	
<b>Kørebaneafmærkning (striber)</b>  <b>refleksionsmåling samt visuelt</b>	Krav til retroreflekteret luminans, RL.  Middel RL $\geq 150$ i de første 2/3 af kontraktperioden, herefter RL $\geq 100$ .	Middel RL $\geq 80$ . Enkelt måling: RL $\geq 65$ .  Krav til slid. Max 20 % af markeringen må være slidt af.
<b>Rabatter og grøfter</b>  <b>Visuelt</b>	Udbydes ikke	Effektiv vandafledning.  Max højdeforskel mellem vej og rabat: 5 cm.

### 10.3 Kontrol af om kravene overholdes

Kravene kontrolleres forskelligt afhængig af om det er en amts- eller kommunekontrakt. Nogle krav gælder kun for de belægninger som



entreprenøren har udlagt i kontraktperioden. Amternes kontrakter starter altid med et nyt asfaltlag, og derfor gælder disse krav altid, hvorimod nogle veje i kommunerne ikke får ny asfalt i kontraktperioden, og derfor er visse krav ikke gældende her. Tabel 2 viser hvor ofte kravene kontrolleres.

*Tabel 2: Kontrol af krav*

<b>Funktionskrav og målemetode</b>	<b>Amter</b>	<b>Kommuner</b>
<b>Skader</b> <b>Visuelt</b>	Hvert år	1/3 af vejnettet efterses hvert år. Det vil sige hele vejnettet over 3 år.
<b>Friktion</b> <b>ROAR</b>	Måling efter udlægning, derefter hvert 5. år	Kommunen rekvirerer måling hvis der er mistanke om at kravet ikke er overholdt.
<b>Sporkøring</b> <b>Laser</b>	Hvert 2. år skiftevis i højre og venstre vejside.	Som ovenfor
<b>Jævnhed i længderetningen</b> <b>Laser</b>	Hvert 2. år skiftevis i højre og venstre vejside.	Som ovenfor
<b>Refleksion af belægning</b>	Kontrolleres efter udlægning.	Som ovenfor
<b>Tværsprofil</b> <b>Visuelt</b>	Påpeges når det opdages	
<b>Slaghuller</b> <b>Visuelt</b>	Påpeges når det opdages	
<b>Bæreevne</b> <b>Faldlod</b>	Kontrolleres ved aflevering	
<b>Kørebaneafmærkning (striber)</b> <b>refleksionsmåling samt visuelt</b>	Refleksionen kontrolleres hvert år. Derudover visuel inspektion efter behov.	Kommunen rekvirerer måling hvis der er mistanke om at kravet ikke er overholdt.  Slid påpeges når det opdages
<b>Rabatter og grøfter</b> <b>Visuelt</b>	Udbydes ikke	Påpeges når det opdages

## 10.4 Betalingsmodeller

Den mest markante forskel på kommunernes og amternes funktionskontrakter er betalingsmodellen. Amterne betaler for det nye asfaltlag ved udlægningen, dog maksimalt 85 procent af den totale entreprisum. Reparationsarbejder betales når de kommer (efter forud aftalt beløb), undtagen de sidste cirka 2 procent af den totale entreprisum, der først udbetales ved afleveringen.

Kommunerne køber i princippet ikke asfalt, men en tilstand på vejnettet, og derfor betales et fast årligt beløb i hele kontraktperioden.