



Funktionsentreprenad Brounderhåll
En pilotstudie i Uppsala län

Hans-Åke Mattsson



KTH Bygghvetenskap

Funktionsentreprenad Brounderhåll

En pilotstudie i Uppsala län

Hans-Åke Mattsson

Maj 2006

TRITA-BKN. Bulletin 82, 2006

ISSN 1103-4270

ISRN KTH/BKN/B--82--SE

Licentiatavhandling

© Hans-Åke Mattsson
Kungliga Tekniska Högskolan
Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad
Institutionen för Bygghälsa
Avdelningen för Brobyggnad
Stockholm, Sverige, 2006

Omslagsfoto: Bro C1, Karl XIII:s bro, vid Älvkarleby kraftverk å väg 759

FÖRORD

Denna licentiatavhandling är ett delmål inom doktorandprojekt CDU T16a Aktivt brounderhåll, funktionsentreprenad brounderhåll. Centrum för Drift och Underhåll av infrastruktur (CDU) bildades 1995 av KTH, VTI och Högskolan Dalarna.

Doktorandprojektet startades upp 2003-02-17 och finansieras av Vägverket, SBUF och Vägverket Produktion.

Huvudhandledare för projektet är professor Håkan Sundquist, Institutionen för Brobyggnad, KTH, Stockholm. Jag är tacksam för alla givande diskussioner och synpunkter på mitt arbete.

Jag vill också tacka mina två övriga handledare professor Johan Silfwerbrand, CBI/KTH och professor Hans Lind, KTH för deras stöd och uppmuntran.

En styrgrupp följer projektet bestående av följande personer (förutom de tre ovannämnda handledarna);

- Håkan Westerlund, CDU (från 2005-03-01)
- Hans Cedermark, CDU (2003-02-17 – 2005-03-01)
- Lennart Lindblad, Vägverket HK (från 2003-02-17)
- Susanne Troive, Vägverket HK (2003-02-17 – 2004-12-01)
- Hans Bohman, Vägverket HK (från 2004-12-01)
- Kjell Jansson, Vägverket Mälardalen (2003-02-17 – 2004-12-01)
- George Chamoun, Vägverket Mälardalen (från 2003-02-17)
- Sven-Erik Hallberg, Vägverket Produktion HK (2003-02-17 – 2005-09-21)
- Fredrick Lekarp, Vägverket Produktion HK (från 2005-09-21)
- Dan Flycht, Vägverket Produktion Uppsala (från 2005-09-21)
- Per Westberg, Skanska, SBUF representant (från 2003-02-17)
- Thomas Krekula, NCC, SBUF representant (från 2003-02-17)

Jag vill tacka hela styrgruppen för deras engagemang i att driva projektet vidare.

Dessutom vill jag tacka alla som på något sätt har medverkat i framtagandet av denna rapport.

Stockholm i maj 2006

Hans-Åke Mattsson

SAMMANFATTNING

I Vägverkets organisation före 1992 fanns på vägförvaltningens driftkontor som regel en bropatrull, bestående av 3-6 st yrkesarbetare och en broingenjör, med uppgift att svara för inspektioner, underhållsarbeten och smärre reparationer av broarna på det statliga vägnätet i ett län.

Från såväl Vägverket som entreprenörer har väckts tanken på att handla upp en större del av brounderhållet för de mindre och medelstora broarna i ett eller två län och för en längre tidsperiod, säg 7-10 år. Gamla tiders bropatrull kan vara en förebild.

Syftet med doktorandprojektet är att försöka utarbeta en prototyp för funktionsentreprenad brounderhåll, med kravspecifikationer och ersättningsmodeller. Syftet är vidare att medverka i ett pilotförsök med studier och analys av planering, upphandling, utförande, ersättning och uppföljning. Resultaten från forskningsprojektet ska utvärderas och förhoppningsvis leda till en uppdatering av ATB Brounderhåll 2002, *Vägverket (2002b)*. Förhoppningen är också att entreprenören utvecklar nya och effektivare metoder för brounderhåll med ett funktionskontrakt. Slutmålet är att minska samhällets kostnader för brounderhåll i framtiden.

Entreprenadformen funktionsentreprenad går ut på leverans av under lång tid väl fungerande byggnader eller anläggningar till ett fast grundpris. Det huvudsakliga syftet med funktionsentreprenaden är att skapa incitament för entreprenören att finna bra tekniska lösningar för både byggande och skötsel och därmed för ett byggnadsverk med god livscykelekonomi. Därför är ett bonus/vite-system kopplat till hur bra entreprenören uppfyller funktionskraven. Detta kan det leda till utveckling av nya metoder, lägre kostnader och bättre riskfördelning mellan beställare och entreprenör.

De metoder som har använts inom projektet har varit intervjuer, möten, litteraturstudier, rapporter, mötesprotokoll, uppföljning, statistik, deltagande på seminarier, egna inspektioner, årsrapporter m m.

Eftersom författaren inte har funnit någonting om funktionsentreprenad brounderhåll i litteraturen, så vitt författaren vet efter litteratursökningar, så har litteraturstudierna istället koncentrerats på angränsande områden, typ funktionsentreprenader för vägar och brounderhåll i allmänhet o s v.

Doktorandprojektet har fram till licentiatexamen till stor del bestått av en pilotstudie. Den innebar att Vägverket region Mälardalen (VMN) skulle:

- Handla upp en större del av brounderhållet för de mindre och medelstora broarna,
- i ett eller två län,
- för en längre tidsperiod, säg 7-10 år.
- Entreprenadsumman för ett sådant åtagande blir då i storleksordningen 100 Mkr för hela tidsperioden.

Underlaget för en sådan upphandling skulle vara funktionsbetingat och bestå av inspektioner, kravspecifikationer på vidmakthållande (status quo), system- och tekniska krav för förebyggande

och avhjälpande underhåll, utpekade uppgraderingsåtgärder och andra förbättringsåtgärder. En lämplig ersättningsmodell behövs som kan accepteras av både beställare och entreprenör.

Man kan sammanfatta vald modell för upphandling med följande punkter:

- Uppsala län valdes som pilotstudie och utsedd entreprenör skulle underhålla alla Vägverkets broar i länet.
- Kontraktstiden var tre år (2004-09-01 - 2007-08-31) + option på tre år till (2007-09-01 - 2010-08-31).
- Broarna bedömdes vara i funktionsdugligt skick om underhållskraven i ATB Brounderhåll 2002 verifierades minst en gång om året och mindre reparationer utfördes vid behov enligt ATB Bro 2002 och ATB Väg 2003.
- Dessutom ingick 25 st utpekade reparationsobjekt som Vägverket hade valt ut.
- Nya reparationsobjekt finns om optionen utnyttjas, d v s om Vägverket anser att priserna från entreprenören är rimliga.
- Utsedd entreprenör förväntades hjälpa till med förslag till förbättringar och vara med på utvärderingsmöten under entreprenadens gång.

Av de sex entreprenörer som tog ut handlingar, var det hälften (tre st) som lämnade anbud enligt nedanstående tabell.

Företag	Lämnat anbud
Vägverket Produktion	20 387 943 kr
DAB-Domiflex AB	23 728 040 kr
NCC Construction	28 620 000 kr (Förskott 2 000 000 kr)

Beställaren prövade anbudsgivarna genom att följande krav var uppfyllda:

- Tillfredsställande ekonomisk och finansiell status.
- Godtagbar kompetenstillgång inom den egna organisationen eller genom underentreprenörer/underleverantörer.
- Tillfredsställande teknisk förmåga och kapacitet inom den egna organisationen eller genom underentreprenörer/underleverantörer.
- Projektplan med tillhörande kontrollprogram.

Alla entreprenörer bedömdes uppfylla kraven. Eftersom anbudspriset därmed var den avgörande faktorn vann Vägverket Produktion (VP) entreprenaden.

Intervjuer genomfördes med alla entreprenörer som hade tagit ut anbudshandlingar. De intervjuade företagen tyckte alla att ett flerårigt brounderhållspaket var intressant. Stora företag vill ha större volymer och mindre företag verkar föredra mindre volymer att räkna på. Det är lättare att räkna på åtgärderna via färdiga ritningar och handlingar. Att sätta ett bra pris på egenskapskraven

upplevdes av de flesta som mycket riskfyllt och svårt. Man kände en osäkerhet om vad beställaren verkligen ville ha och vad det skulle kosta att möta de kraven. Funktionsentreprenader var man principiellt positivt inställd till. Det borde gå att få lönsamhet i ett flerårigt brounderhållspaket.

Enligt kontraktet skulle Vägverket Produktion reparera 25 st broar under en treårsperiod. VP hade frihet att välja när dessa reparationer skulle utföras och man valde att dela upp dessa broar i ungefär lika stora årsarbeten, vilket innebar nio st broar 2005, åtta st broar 2006 och åtta st broar 2007.

Enligt kontraktet skulle entreprenören också uppfylla egenskapskraven för broarna. Under 2005 inspekterade både entreprenören och beställaren, var för sig, egenskapskraven för alla broar i Uppsala län. Enligt avsnitt 8.2.4 noterade entreprenören 186 st brister och enligt avsnitt 8.3.2 noterade beställaren 283 st brister. Man kan fråga sig varför beställaren noterade så många fler brister än entreprenören för samma broar. Beställaren och entreprenören hade olika syn på brister huvudsakligen för konstruktionsdelarna slänt och kon, kantbalk och beläggning. Det är viktigt att precisera mätmetoder och tolkningar för egenskapskrav för just de egenskaper där det visade sig finnas betydande oenighet mellan observatörerna.

Om alla egenskapskrav ska vara uppfyllda hela tiden för alla broar så sprängs alla nuvarande utgiftstak. Tiden 14 dagar före åtgärd är för knapp för icke-akuta brister anser Vägverket Produktion, som önskar åtgärda eventuella brister när volymen är tillräckligt stor för åtminstone några dagars arbete. Vägverket Produktion föreslår att man besiktigar det första kalenderhalvåret och åtgärdar de akuta brister som upptäcks då. Akuta brister behöver definieras närmare men kan t ex vara beläggning mot bro, slag mot bro, sättningar i slänt och kon samt urspolningar. Resterande brister åtgärdas och verifieras i beställarens förvaltningsystem BaTMan senast den 31 oktober varje år. Sammanfattningsvis så har projektet fungerat bra hittills, men förbättrade mätmetoder av egenskapskravens uppfyllande behöver utvecklas. Dessutom behöver man dela in bristerna i egenskapskraven i akuta och icke-akuta brister samt lämpliga åtgärdstider för dessa.

Doktorandprojektet kommer att fortsätta att följa upp och utvärdera pilotprojektets första tre år (2004-09-01 – 2007-08-31) samt följa upp och utvärdera om optionen på förlängning av kontraktet med ytterligare tre år (2007-09-01 -2010-08-31) utnyttjas eller inte. Enligt kontraktet så ska den part som vill utnyttja optionen kalla till förhandling senast 2006-08-31 och överenskommelse ska ha träffats senast 2006-09-30.

Det är intressant att studera möjligheten att använda brist på kapitalvärde (BK) och brist/konstruktion som funktionskrav i samband med upphandling. Dessutom är det av intresse att studera hur brister i egenskapskraven uppkommer samt vilka ungefärliga kostnader man kan räkna med för att åtgärda dessa brister. Kan man ange storleksordningen på bristerna under ett normalår så borde man kunna räkna ut en ungefärlig kostnad för att åtgärda dessa. Denna uppskattade kostnad kan man inkludera i förfrågningsunderlaget och på så sätt minska osäkerheten för potentiella anbudsgivare i framtiden.

VMNs representanter tycker att projektet är lyckat och framhåller speciellt det goda samarbete som har utvecklats mellan beställare och entreprenör samt att broarnas egenskaper har kommit i fokus på ett helt annat sätt än i Grundpaket Drift.

Faller det här försöket väl ut så kan Vägverket region Mälardalen tänka sig att skapa fyra brounderhållsområden; Uppsala län, Västmanlands län, Södermanlands län och Örebro län.

ENGLISH SUMMARY

Before 1992 the Swedish Road Administration (SRA) carried out all bridge maintenance and minor repair for all bridges in Sweden by themselves. The bridge maintenance crew in a county consisted typically of 3-6 workers and a bridge-engineer.

SRA and some contractors suggest that it could be a good idea for SRA to procure bridge maintenance in one or two counties for a long-time, e. g., seven to ten years. The bridge maintenance crew could be a model for this.

The aim of the research project is to present an updated model for procurement of bridge maintenance based on functional requirements. The base for this updated model will be the findings and conclusions that could be drawn from a real project – a case study. The research project shall continuously follow-up the performed maintenance and document how the contractor is planning and performing the work. The research will specially focus on measurable verifying methods for the performed maintenance. The results from the research project will be evaluated and compared with standard maintenance methods and the results will hopefully be used to update current regulations. The hope is also that the contractor will develop new and effective maintenance methods with the larger freedom a functional contract enables. At the end the final goal is to reduce the cost for the society for bridge maintenance in the future.

The basic idea behind performance contract is that the client makes measurable functional demands with regard to the finished product, instead of presenting technical solutions. As an example the client could demand a certain friction and smoothness for the road surface. These functional demands should be formulated so that they have a direct relevance for the safety and flow of traffic.

It is important that these functional requirements are divided into a target level and an absolutely lowest possible level (acute level). A contractor should maintain the target level both as an average functional level during the contract period and when the contract is completed. For the acute level there should be stipulated a maximum allowable time before corrective action needs to be taken.

The methods that have been used in the research project are interviews, meetings, literature studies, reports, follow-up, statistics, participating in seminars, the authors own inspections, annual reports and so on.

Since the author didn't find anything published about bridge management on performance contract, to the author's best knowledge, the literature studies have been concentrated on nearby topics, e. g., highways on performance contract and bridge maintenance in general et cetera.

The research project has so far consisted mostly of a pilot study. From the beginning the idea behind the project was:

- To procure bridge maintenance for the small and mid-sized bridges,
- in one or two counties,
- for a longer time, e. g., seven to ten years.

- The value of a maintenance contract could be in the range of about 100 MSEK for the whole time.

Since this is the first project of its kind in Sweden the owner (SRA) did not dare to let this pilot project be too voluminous. What will be tested and followed by this research project is to use contracting for maintenance based on functional requirements for all 400 bridges in Uppsala County in Sweden and for a period of three years and with an option for three more years. Uppsala County is situated some 20 km to 200 km north of Stockholm.

To summarise the actual contract:

- A contractor should perform bridge maintenance for all 400 bridges in Uppsala County.
- The contract was three years (1 Sept. 2004 – 31 Aug. 2007) with an option for three more years (1 Sept. 2007 – 31 Aug. 2010).
- The bridges were deemed to be in satisfactory condition if the contractor verified that they met the functional requirements in SRA's regulations once a year.
- Repair of 25 bridges during the contract's first three years.
- If the option for three more years will be used, then there will be some additional bridge repairs.
- The contractor was expected to contribute in the research project.

There were six contractors that requested the tender documents, but only three of them submitted an offer to SRA, see table below.

Contractor	Submitted offer
Vägverket Produktion	20 387 943 SEK
DAB-Domiflex AB	23 728 040 SEK
NCC Construction	28 620 000 SEK (Advance 2 000 000 SEK)

All of the three contractors deemed to have met the standards of a contractor set by SRA. Vägverket Produktion (VP) was the lowest bidder and therefore it was contracted by SRA for this project.

Interviews were carried out with all six contractors that had requested tender documents. All of them thought that a multiyear bridge maintenance contract was an interesting idea. Large companies tend to want large contracts and small companies tend to settle for smaller contracts. All of the contractors thought that it was easy to calculate the 25 bridge repairs compared to bridge maintenance on functional demands.

According to the contract VP should repair 25 bridges during a three year period. VP divided these repairs in three equal parts: nine bridges 2005, eight bridges 2006 and eight bridges 2007.

The functional requirements for the bridges should be verified once a year according to the contract. Both representatives for SRA and VP carried out bridge inspections during the first year

and it was noted that the representatives had a different view on some of the discovered defects on the bridges. The representatives had a different view mainly on the bridges' structural members' slope and embankment end, edge beam and surfacing. It is important to specify how to measure and interpret the results from inspections regarding defects in functional requirements.

Defects in functional requirements should be divided into acute defects and non-acute defects. Acute defects needs to be more precisely defined but could be surfacing against bridge, settling in slope and embankment end and flushing. These defects should be rectified as soon as possible. Non-acute defects could be rectified when there is enough work for the contractor to carry out but not later then October 31st every year.

The research project will continue to follow-up and evaluate the first three years of the pilot study. The research project will also follow-up and evaluate if the option for extending the contract three more years will be used. According to the contract, if the option will be used, there need to be a meeting between the client and the contractor not later than 31 Aug. 2006 and a settlement need to be reached not later than 30 Sep. 2006.

It is of interest to study the possibility to use, in future tender documents, the indicator Lack of Capital Value and/or the average permissible level of defects in functional requirements for the bridge stock. Further research should also be focused on how defects on different members of the bridge evolve and the cost associated to rectify them. It is of interest to know how many defects that are evolved during a normal year for the 400 bridges in the study. If one knew the number of defects one can estimate the costs to rectify these. The estimated cost can then be included as information for the potential contractor in future tender documents.

So far SRA's representatives are satisfied with the project and with the good relationship that evolved between SRA and the contractor. SRA is also satisfied with the increased focus on the bridge functional requirements.

If this project will continue to show good results then SRA will consider procure bridge maintenance on similar contracts for more counties.

BETECKNINGAR OCH FÖRKORTNINGAR

AB 92	Allmänna Bestämmelser för byggnads-, anläggnings- och installationsentreprenader
ABT 94	Allmänna Bestämmelser för Totalentreprenader avseende byggnads-, anläggnings- och installationsentreprenader
AF	Administrativa Föreskrifter
AKBF	Allmänna Kontraktsvillkor för Byggnad på Funktionsentreprenad
AKSF	Allmänna Kontraktsvillkor för Skötsel på Funktionsentreprenad
ATB	Allmän Teknisk Beskrivning
BaTMan	Bridge and Tunnel Management System (Vägverkets datasystem från 2004)
BB	Brist på Bärighet (aktuell tillåten trafiklast är lägre än dimensionerande)
BK	Brist på Kapitalvärde (anger det relativa värdet av en konstruktions skada)
IRI	International Roughness Index (ett internationellt mått på en vägs jämnhet)
LCC	Life-Cycle Cost (livscykel kostnad)
SAFE BRO	Säkra, Funktionella Ekonomiska Broar (Vägverkets datasystem från 1992)
TK	Tillståndsklass (ett mått på en konstruktions tillstånd)
VMN	Vägverket region Mälardalen (beställare)
VP	Vägverket Produktion (utsedd entreprenör)
Egenskaper	Årligt underhåll av broarna enligt ATB Brounderhåll 2002, <i>Vägverket (2002b)</i>
Åtgärder	Utpekade broreparationer

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	iii
SAMMANFATTNING	v
ENGLISH SUMMARY	ix
BETECKNINGAR OCH FÖRKORTNINGAR	xiii
1. INLEDNING	1
1.1 Inledning	1
1.2 Bakgrund till projektet	3
1.3 Syfte	5
1.4 Forskningsfrågor	6
1.4.1 Går det att formulera funktionskrav/egenskapskrav som är mätbara?	6
1.4.2 Hur ser entreprenörer på möjligheten att använda funktionskrav/egenskapskrav?	7
1.4.3 Hur stort är intresset att delta i upphandlingen?	7
1.4.4 Hur lägger utsedd entreprenör upp sitt arbete?	7
1.4.5 Får broarna ett bättre underhåll av en speciell bropatrull?	7
1.4.6 Hur förändras brokapitalet i Uppsala län under pilotprojektets tid?	7
1.4.7 Hur ser beställaren och entreprenören på pilotprojektet efteråt?	8
1.5 Projektets uppläggning	8
1.6 Avgränsning	8
1.7 Använda metoder	9
1.8 Uppläggning av avhandlingen	9
2. FUNKTIONSENTREPRENAD	11
2.1 Inledning och bakgrund	11
2.2 Principer för olika upphandlingar	12
2.2.1 Generalentreprenad	12
2.2.2 Totalentreprenad	13
2.2.3 Funktionsentreprenad	14
2.2.4 Partnering	14
2.2.5 Övriga upphandlings- och entreprenadformer	15
2.3 Funktionsentreprenadens grundläggande innebörd	15
2.4 Grundläggande principer för projektering med funktionskrav	16
2.5 Funktionsentreprenadens olika delar	16
2.5.1 Inledning	16
2.5.2 Funktionsbeskrivningar	18
2.5.3 Upphandling och kontraktsvillkor	21
2.5.4 Funktionsbesiktningar under entreprenadtiden	21
2.5.5 Uppföljning vid funktionsentreprenadens slut	21
2.5.6 Livslängdsberäkningar för funktionsegenskaper	21

2.5.7	Bonus och avdrag.....	22
2.6	Kombination av utförande- och funktionsentreprenad.....	23
2.7	Funktionsentreprenader för nybyggnad av vägar	24
2.7.1	Larssons och Sandbergs studie.....	24
2.7.2	Demoprojekt om- och nybyggnad av Väg 61	25
2.8	Funktionsentreprenader för underhåll av vägar och gator.....	26
2.8.1	Skötsel på funktionsentreprenad.....	27
2.8.2	Funktionsentreprenad beläggningsunderhåll för väg E4 genom Östergötland	27
2.8.3	Långa funktionskontrakt i danska kommuner	29
2.8.4	Långt funktionskontrakt i Mariestads kommun	30
3.	BROUNDERHÅLL OCH NEDBRYTNING.....	31
3.1	Inledning.....	31
3.2	Allmänt om nedbrytning	33
3.3	Armerade betongkonstruktioners nedbrytning.....	35
3.3.1	Funktionsbetingad nedbrytning	35
3.3.2	Miljöbetingad nedbrytning.....	35
3.4	Stålets nedbrytning	37
3.4.1	Funktionsbetingad nedbrytning	37
3.4.2	Miljöbetingad nedbrytning.....	37
3.5	Sammanfattning av faktorer som påverkar beständigheten för konstbyggnader.....	38
3.6	Förändring av egenskaper	38
3.6.1	Livslängdsmodeller för armeringskorrosion.....	39
3.6.2	Statistiska modeller.....	40
3.7	Genomgång av skador på olika konstruktionsdelar till broar	42
3.7.1	Allmänt.....	42
3.7.2	Broarnas livslängder i Vägverkets region Mälardalen	44
4.	VÄGVERKETS FÖRVALTNING AV BROAR PÅ DET ALLMÄNNA VÄG- NÄTET.....	45
4.1	Inledning.....	45
4.2	Vägverkets organisation för drift och underhåll	45
4.2.1	Organisation	45
4.2.2	Systematiska tillståndsbedömningar	48
4.3	Förvaltningssystemet SAFE BRO	49
4.3.1	Styrning	50
4.3.2	Broförvaltningsaktiviteter.....	50
4.3.3	Objekt databaser.....	50
4.3.4	Kunskapsdatabaser.....	51
4.3.5	Bearbetningsmoduler.....	51
4.4	Förvaltningen på objektnivå	52
4.4.1	Inspektion.....	52
4.4.2	Planering	54

4.4.3	Kravspecifikation.....	54
4.4.4	Upphandling av åtgärder och egenskaper.....	55
4.4.5	Genomförande och uppföljning.....	55
4.5	Förvaltningen på vägnätets nivå.....	55
4.5.1	Planering.....	56
4.5.2	Simulerings- och analysverktyget Planopt.....	57
4.5.3	Uppföljning.....	58
4.6	Förvaltningssystemet BaTMan.....	61
4.7	Vägverkets målstandarder för 2007-2012.....	63
4.7.1	Underhåll.....	63
4.7.2	Förbättring.....	64
4.8	Diskussion och kommentarer.....	65
5.	PILOTSTUDIENS TILLKOMST OCH OMFATTNING.....	67
5.1	Förstudie.....	67
5.2	Bildande av referensgrupp för doktorandprojektet.....	67
5.3	Pilotstudien börjar ta form.....	68
5.3.1	Pilotstudiens beskrivning i doktorandprojektet.....	68
5.3.2	Val av område och entreprenadtid.....	68
5.4	Förslag till pilotstudie presenteras på styrgruppsmötet den 17 juni 2003.....	70
5.4.1	Referensgruppens förväntningar och prioriteringar.....	70
5.4.2	Egenskapskrav för broarna.....	71
5.4.3	Planerade åtgärder i entreprenaden.....	71
5.4.4	Utsedd entreprenör förväntas bidra till utvecklingen.....	71
5.4.5	Ungefärlig entreprenadsumma.....	71
5.4.6	Referensgruppens kommentarer om uppskattad entreprenadsumma.....	72
5.5	Vägverket skapar brönderhåll Uppsala län.....	72
5.6	Framtagande av upphandlingsunderlag.....	72
5.7	Vald modell för upphandling av pilotstudie.....	73
5.8	Entreprenadkontraktet.....	75
5.9	Hur är vald modell i förhållande till förväntningar?.....	77
6.	UTVÄRDERING AV INKOMNA ANBUD.....	79
6.1	Anbud kommer in samt anbudsutvärdering.....	79
6.1.1	Inlämnade anbud.....	79
6.1.2	Anbudsutvärdering.....	79
6.1.3	Utsedd entreprenör.....	80
6.2	Kommentarer och diskussion.....	80
7.	ENTREPRENÖRERNAS SYN PÅ UPPHANDLINGEN.....	83
7.1	Utvärdering av anbuds- och upphandlingsprocess.....	83
7.1.1	Intervjuer med potentiella anbudsgivare.....	83
7.1.2	Information om projektet till potentiella anbudsgivare.....	84

7.1.3	Företagens syn på entreprenadformen.....	84
7.1.4	Företagens syn på förfrågningsunderlaget.....	84
7.1.5	Företagens syn på sina lämnade anbud.....	85
7.1.6	Företagens syn på lönsamheten.....	86
7.1.7	Sammanfattande resultat av intervjuer.....	86
7.1.8	Utvärdering och diskussion.....	86
8.	VALD ENTREPRENÖRS DRIFTS- OCH UNDERHÅLLSSTRATEGI	91
8.1	Entreprenörens inledande planering för åren 2005-2007.....	91
8.1.1	Planering av åtgärder.....	91
8.1.2	Planering av egenskaper	93
8.2	Hur entreprenören omsatte sin strategi under 2005.....	94
8.2.1	Utförda åtgärder enligt planeringen.....	94
8.2.2	Akut åtgärd utförd.....	101
8.2.3	Planerade åtgärder som har senarelagts.....	101
8.2.4	Uppfyllande av egenskapskrav.....	104
8.2.5	Åtgärdstider för uppfyllande av egenskapskrav	107
8.3	Beställarens uppföljning under 2005	107
8.3.1	Åtgärder	107
8.3.2	Egenskaper	107
8.4	Bedömning av uppnådda resultat för 2005.....	109
8.4.1	Åtgärder	110
8.4.2	Egenskaper	110
8.4.3	Jämförelse av genomförda inspektioner av egenskapskrav.....	111
8.5	Entreprenörens planering för 2006.....	113
8.5.1	Åtgärder	113
8.5.2	Egenskaper	114
9.	BEDÖMNING AV BROARNA EFTER INSPEKTION HÖSTEN 2005.....	115
9.1	Inspektion och bedömning av broarna	115
9.2	Tidsåtgång för inspektion.....	115
10.	SLUTSATSER OCH KOMMENTARER.....	117
10.1	Besvarande av forskningsfrågor samt kommentarer	117
10.1.1	Går det att formulera funktionskrav/egenskapskrav som är mätbara?	117
10.1.2	Hur ser entreprenörer på möjligheten att använda funktionskrav/egenskapskrav?	117
10.1.3	Hur stort var intresset att delta i upphandlingen?.....	117
10.1.4	Hur lägger utsedd entreprenör upp sitt arbete?.....	118
10.1.5	Får broarna ett bättre underhåll av en speciell bropatrull?	118
10.1.6	Hur förändras brokapitalet i Uppsala län under pilotprojektets tid?.....	118
10.1.7	Hur ser beställaren och entreprenören på pilotprojektet efteråt?.....	118
10.2	Vad vi har lärt oss hittills i projektet	119

10.3	Jämförelse mellan teori och praktik.....	119
10.3.1	Åtgärder.....	119
10.3.2	Egenskaper.....	119
10.4	Har Vägverket nått sina mål med projektet?.....	120
10.5	Fortsatta studier, forskning och utveckling.....	121
10.5.1	Kan man använda brist på kapitalvärde (BK) i samband med upphandling av åtgärder?.....	121
10.5.2	Kan man använda brist/konstruktion som ett mått vid upphandling av egenskaper?.....	123
10.5.3	Uppkomst av brister i egenskapskraven.....	124

REFERENSER, KÄLL- OCH LITTERATURFÖRTECKNING..... 127

BILAGOR..... 131

Bilaga A. Entreprenadkontraktet	131
§1 Omfattning	131
§2 Utförande.....	133
§3 Organisation.....	133
§4 Tider	134
§5 Ansvar	134
§6 Ekonomi	135
§7 Besiktning	138
§8 Hävande	139
§9 Tvist.....	139
Bilaga B. Teknisk beskrivning, Underhåll av bro (TBbu), för egenskaper.....	140
Del 1 Allmänna förutsättningar	140
Del 2 Krav	141
Bilaga C. Egenskapskrav enligt Brounderhåll 2002:48.....	143
Bilaga D. VPs kommentarer om åtgärdstider för egenskapskrav.....	147
Bilaga E. Intervjuer med potentiella anbudsgivare.....	151
Intervju med DAB-Domiflex AB.....	151
Intervju med NCC Construction AB.....	152
Intervju med Vägverket Produktion	153
Intervju med E-schakt Entreprenad AB	154
Intervju med GBA Grus&Betong AB.....	155
Intervju med Skanska Sverige AB	156

1. INLEDNING

1.1 Inledning

Det är viktigt för ett land att dess infrastruktur fungerar på ett tillfredsställande sätt. Redan på medeltiden ingick det i jordägarens plikt att underhålla vägarna i landet, man hade tilldelats skattekvoter till att underhålla. I samband med den industriella revolutionen ökade kraven på ett väl fungerande transportsystem i landet och följande årtal speglar något av den utvecklingen.

1813 inrättades "Kommittén för väganläggningar i rikets norra landskap".

1841 inrättades "Kongliga Styrelsen för Allmänna Väg- och Vattenbyggnader", senare ändrat till "Kungliga Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen". Eftersom Sveriges viktigaste transportleder vid den här tiden var sjöar och kanaler, var Styrelsens primära uppgift kanal- och hamnbyggnad samt deras underhåll. Vägbyggnad var endast en liten del av verksamheten.

1891 fick Sverige sin första väglag och landet indelades i 358 kommunala väghållningsdistrikt. Jordägarnas naturaprestationer övergick mer och mer i kontant vägskatt och vägunderhållet övertogs av kommunala vägkassor, som anställde vägarbetare och vägmästare.

1934 antogs en ny väglag. De 358 väghållningsdistrikten slogs samman till 170 distrikt, men fortfarande blev väghållningen i Sverige en kommunal angelägenhet.

1944 beslöt riksdagen att förstatliga vägväsendet eftersom det hade visat sig att den kommunala väghållningsorganisationen var opraktisk och framförallt orättvis. Kungliga Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen fick ansvaret för den övergripande väghållningsverksamheten i hela landet med en organisation som bestod av en centralförvaltning och en vägförvaltning i varje län. Man införde ett broregister och började med systematiska inspektioner.

1967 ändrade organisationen namn till Statens Vägverk. Fler och fler människor skaffade bil och byggande och underhåll av vägar och broar blev allt viktigare. Sverige gick också detta år över till högertrafik för att anpassa sig till trafiken i Europa.

1975 började man med ett datoriserat broregister (Vägdatabanken).

1983 ändrade Statens Vägverk namn till Vägverket.

1987 införde man ett nytt datoriserat inspektionssystem.

1992 började Vägverket sin omorganisation. De 24 vägförvaltningarna (ett för varje län) lades ner och istället bildades sju väghållningsregioner. Vägverket delades in i en beställardel (Vägverket) och en utförardel (Vägverket Produktion). Dessutom påbörjades arbetet med datasystemet SAFE BRO (säkra, funktionella ekonomiska broar).

1994 utgavs Vägverkets inspektionshandbok för broar och SAFE BROs planeringsmoduler började användas.

1999 driftsattes Planopt som är ett verktyg för strategisk planering.

2004 driftsattes BaTMan (**B**ridge and **T**unnel **M**anagement System), ett broförvaltningssystem där användaren loggar in via Internet.

Av ovanstående framgår att Vägverket över åren har samlat på sig en mängd data om det statliga brobeståndet. Man kan därför med fog påstå att Sverige idag har ett av världens mest väl dokumenterade brobestånd.

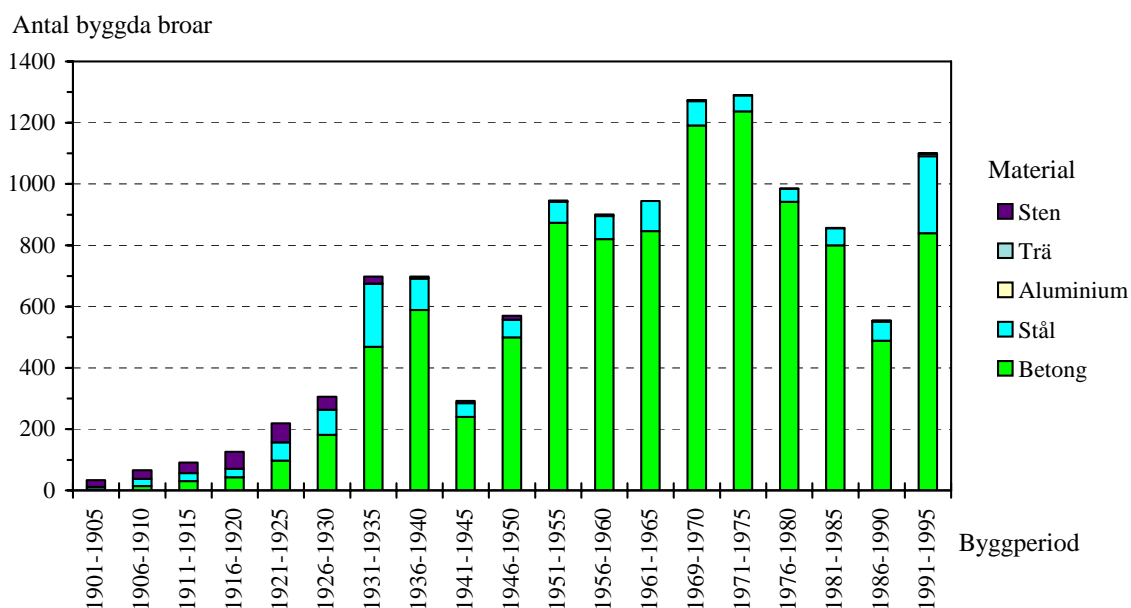
Vad är en bro? En bro är normalt en av människan konstruerad konstbyggnad som har till uppgift att föra trafik över eller förbi ett av naturen eller människan skapat hinder.

Enligt Vägverkets nuvarande juridiska indelning är även en trumma eller kulvert med minst 2 m spännvidd en bro. T o m 1997 hade Vägverket spännvidden 3 m och från 1998 gäller nuvarande spännvidd 2 m. Anledningen till den minskade spännvidden var att brounderhållet för broar med spännvidd mindre än 3 m ”glömdes bort”. Minskningen av spännvidden från 3 m till 2 m gjorde att Vägverkets officiella brobestånd ökade med ca 2 500 broar 1998.

Olika länder definierar broar på olika sätt. I t ex USA där det finns mest broar i världen används begreppet bro endast när spännvidden är större än 6 meter.

Man kan dela in broarna på många olika sätt. Man kan dela in dem efter trafik t ex väg- och gatubroar, gång- och cykelbroar.

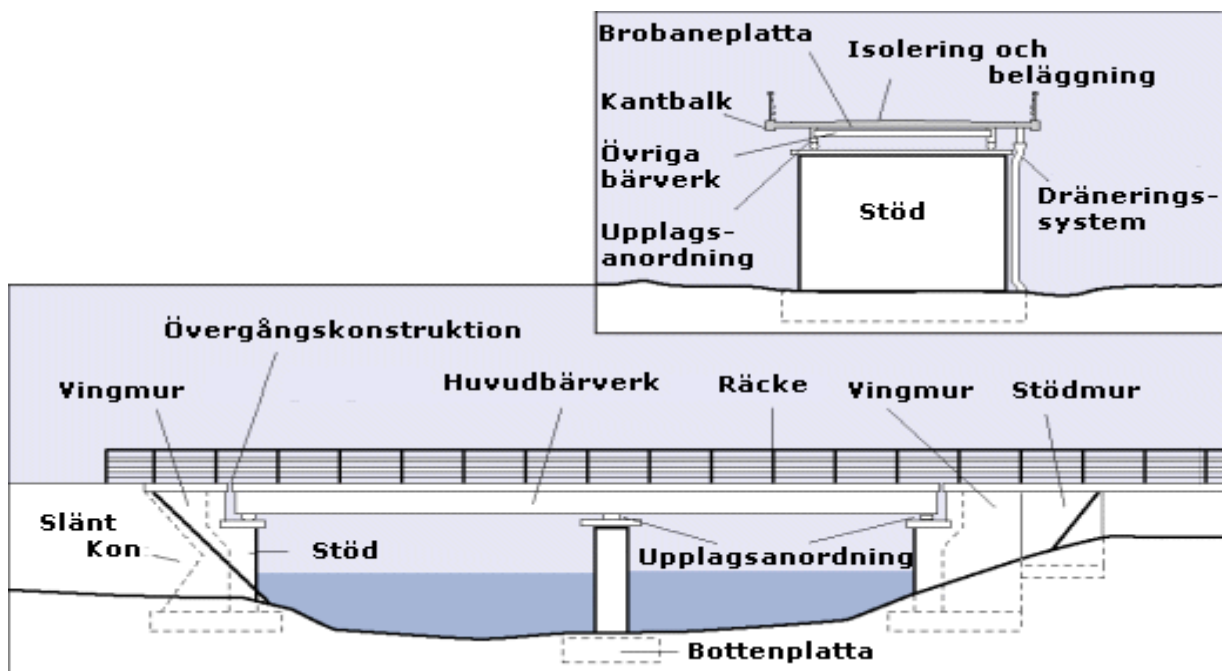
Ett annat sätt är att indela broarna efter det viktigaste materialet i brons huvudbärsystem. Man talar då om betongbroar, stålbroar, samverkansbroar, sten- och tegelbroar, träbroar och aluminiumbroar. **Figur 1.1** visar att materialet i huvudbärsystemet för Sveriges broar byggda från 1930 och framåt till största delen består av betong och stål. Stenbroar slutade man, i stort sett, att bygga under första hälften av 1900-talet.



Figur 1.1 Broar byggda 1901-1995 uppdelade efter materialet i huvudbärsystemet, Silfverbrand & Sundquist (2001).

Broarna kan även delas in efter konstruktionens verkningssätt (konstruktionstyp) och då talar man om plattbro, balkbro, plattrambro (plattan fast inspänd i ramben), balkrambro (balk(ar) fast inspända i ramben), valvbro, bågbro, rörbro, hängbro och snedkabelbro.

Man delar också in en bro i över- och underbyggnad. Överbyggnaden är den del av bron som tar upp påverkningar från den trafik som bron är till för att betjäna. Till brons underbyggnad räknas alla de konstruktioner som behövs för att föra ner belastningarna från överbyggnaden till grundläggningen på bärkraftig jord eller berg. Vägverket har också delat in en bro i olika konstruktionsdelar, se **Figur 1.2**.



Figur 1.2 Vägverkets uppdelning av en bro i olika konstruktionsdelar.

1.2 Bakgrund till projektet

I Vägverkets organisation före 1992 fanns på vägförvaltningens driftkontor som regel en bropatrull med uppgift att svara för inspektioner, underhållsarbeten och smärre reparationer av broarna på det statliga vägnätet i ett län. Bropatrullen leddes av en broingenjör och det kunde finnas ytterligare någon tekniker. Dessutom ingick som regel ett antal mycket kunniga yrkesarbetare. Vägverket skötte allt i egen regi och man kunde ha brounderhållskompetens hela tiden eftersom man hade ett lagom antal broar att sköta.

I slutet av 1980-talet var det politiskt populärt att bolagisera och försöka privatisera olika statliga verk. England (Torypartiet och dess ledare Thatcher) var en förebild som ivrarna gärna använde. I början av 1990-talet hade Sverige en borglig regering som ville privatisera en del statlig verksamhet bl a Vägverket 1992.

Efter uppdelning av Vägverket 1992 i en beställarorganisation (Vägverket) och en utförarorganisation (Vägverket Produktion), så har Vägverket delat in Sverige i ca 100 st driftsområden, se **Figur 1.3**. Ungefär en 1/5 av driftsområdena upphandlas årligen. Man handlar upp Grundpaket Drift som vanligen har en kontraktstid på 3-6 år (inklusive option).

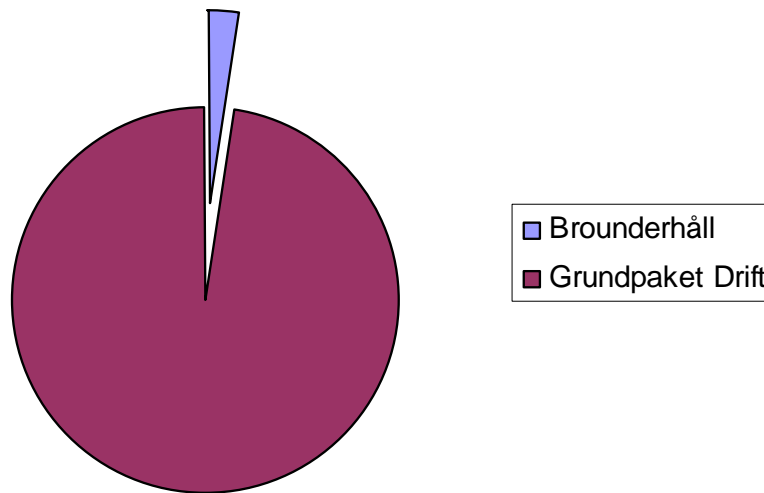


Figur 1.3 *Utfallet av Vägverkets driftupphandlingar 2003, På Väg nr 4, Vägverket Produktion (2003).*

Grundpaket Drift är drift och skötsel på det statliga vägnätet som t ex saltning och plogning. Dessa akuta behov blir åtgärdade utan att Vägverket som beställare behöver ingripa. Som komplement till grundpaketen finns tilläggspaket vilka kan omfatta större riktat underhåll t ex beläggningsunderhåll, grusvägsunderhåll och broreparationer. Dessa tjänster upphandlas ofta separat eller som tilläggsbeställningar till grundpaketen.

Varje län består normalt av 3-4 st driftsområden. Detta innebär att det teoretiskt kan vara 3-4 olika entreprenörer som har de olika driftskontrakten i ett län.

I Grundpaket Drift är vägunderhållet den stora biten. Kostnaden för brounderhållet är litet (ca 2-3 %) i förhållande till vägunderhållet på ett driftområde, se **Figur 1.4**. Eftersom volymen på brounderhållet är liten, så det är svårt för den enskilde entreprenören att hålla sin brounderhållsgrupp med arbete hela året.



Figur 1.4 *Kostnadsandelen för brounderhåll i Grundpaket Drift.*

Idag görs upphandlingar av alla brounderhållsarbeten, reparationer, förbättringar och nybyggnader i huvudsak objektvis av en beställningsavdelning på respektive vägverksregion. Utförare är Vägverket Produktion och privata entreprenörer.

Från såväl Vägverket som entreprenörer har väckts tanken på att handla upp en större del av brounderhållet för de mindre och medelstora broarna i ett eller två län och för en längre tidsperiod, säg 7-10 år. Entreprenadsumman för ett sådant åtagande uppskattas till storleksordningen 100 Mkr. Underlaget för en sådan upphandling skulle vara funktionsbetingat och bestå av inspektioner, kravspecifikationer på vidmakthållande (status quo), system- och tekniska krav för förebyggande och avhjälpande underhåll, utpekade uppgraderingsåtgärder och andra förbättringsåtgärder. Dessutom måste en lämplig ersättningsmodell utvecklas.

Ett sådant förfarande som här beskrivits skulle dels leda till att Vägverkets personal kunde få mer tid till strategisk planering av de större broarnas underhåll, dels till att entreprenörerna fick ett incitament att höja sin kompetens inom brounderhållet. Vägverket Produktion och de andra entreprenadföretagen skulle kunna bygga upp speciella avdelningar för detta. Dessa avdelningar skulle i mångt och mycket likna de bropatruller som fanns innan 1992 och som uppskattats av många.

1.3 Syfte

Syftet med doktorandprojektet är att försöka utarbeta en prototyp för funktionsentreprenad brounderhåll, med kravspecifikationer och ersättningsmodeller.

Vidare är syftet att medverka i ett pilotförsök med studier och analys av:

- Planering
- Upphandling
- Utförande
- Ersättning

- Uppföljning

Slutsatser och rekommendationer för fortsatt verksamhet utarbetas.

I licentiatavhandlingen behandlas första delen av projektet. Den beskriver hur pilotprojektet skapades och följer upp entreprenadens första år. Dessutom skapar den underlag för fortsatta studier inom doktorandprojektets ram.

1.4 Forskningsfrågor

Det finns några forskningsfrågor som är centrala i projektet och dessa redovisas nedan.

1.4.1 Går det att formulera funktionskrav/egenskapskrav som är mätbara?

En användares behov av en bro egenskaper grundar sig huvudsakligen på säkerhet, komfort och hållbarhet. En bilist vill i huvudsak att en bro skall vara säker att köra över eller under och att han kan hålla samma hastighet som på omgivande väg.

För den omgivande vägen gäller att:

1. Säkerheten är beroende av vägens friktion, jämnhet, profil och ljushetsgrad.
2. Komfort och miljö speglas av vägens jämnhet, ljushetsgrad och buller.
3. Hållbarheten beror på väggroppens stabilitet, täthet och bärförmåga.

På den omgivande vägens yta ställer man idag vanligtvis funktionskrav på spår djup, jämnhet och friktion. På dessa krav kan man sätta mätvärden som är relativt lätta att mäta. Samma krav bör gälla för bronns köryta.

När det gäller en bros bärförmåga och nedbrytning är vi inne på mera komplexa frågeställningar som inte har några enkla och självklara svar. Det är t ex mycket svårt för två olika personer att inspektera och mäta på en betongbro yta och därefter göra samma bedömning av den återstående livslängden för bron. På liknande sätt är det svårt att säga hur mycket som man förlänger en enskild kantbalks livslängd genom att man rensplar och tvättar den en gång om året på våren.

Ett önskemål från Vägverket är att funktionsupphandlingar med långa kontraktstider bör baseras på användarrelaterade egenskaper såsom bärförmåga, säkerhet vid användning o s v. Vid kortare kontraktstider bör dessutom finnas krav som säkerställer en ”optimal förvaltningsstrategi”, vilket kan göras med hjälp av krav på anläggningsrelaterade egenskaper.

Eftersom det inte finns några mätbara funktionskrav idag så använder man egenskapskraven i ATB Brounderhåll 2002, *Vägverket (2002b)*. Därigenom ”garanterar” man indirekt att bronns funktionskrav uppfylls.

Frågeställningen blir: Vilka funktionskrav/egenskapskrav som är möjliga att formulera och på ett enkelt och entydigt sätt mäta? Det är mycket viktigt att kraven är kalkylerbara och mätbara på ett entydigt och objektivt vis.

1.4.2 Hur ser entreprenörer på möjligheten att använda funktionskrav/egenskapskrav?

En av huvudidéerna med funktionsupphandling är att den utsedda entreprenören ska ta ansvar för att funktionen upprätthålls under entreprenadtiden.

Därför kan man fråga sig vilket ansvar entreprenörerna är beredda att ta och hur mycket Vägverket som beställare kan och vill ge ifrån sig. Vidare kan man fråga sig vilka möjligheter och risker som funktionskrav innebär för beställare och entreprenör.

1.4.3 Hur stort är intresset att delta i upphandlingen?

Vägverket anser att det är för få anbudsgivare på drift- och underhållskontrakt idag och man vill att det skall bli fler anbudsgivare i framtiden.

Ett av entreprenörernas primära mål är att tjäna pengar, så därför blir frågan om drifts- och underhållskontrakt är tillräckligt lönsamma för entreprenörerna. Vilka avkastningskrav har Vägverket Produktion (marknadsledaren), Skanska, NCC och Peab samt vad kan vara rimliga marginaler i förhållande till entreprenörernas risk?

Vidare kan man fråga sig om det finns det någon kritisk ekonomisk massa på kontraktssumman när det blir mer intressant för olika entreprenörer att lägga anbud. Kanske ska Vägverket ersätta de seriösa anbudsgivare som inte fick kontraktet med en schablonersättning för nedlagt anbudsarbete?

1.4.4 Hur lägger utsedd entreprenör upp sitt arbete?

Efter att en entreprenör har blivit utsedd så gäller det att omsätta anbudet i praktiken.

En av det här projektets uppgifter är att följa upp utsedd entreprenörs arbete och strategi.

1.4.5 Får broarna ett bättre underhåll av en speciell bropatrull?

Vägverket anser att brounderhållet får för lite uppmärksamhet i Grundpaket Drift. Huvudorsaken är att kostnaden för brounderhållet är litet (ca 2-3 %) i förhållande till vägunderhållet på ett driftområde.

Frågeställningen blir om broarna underhålls effektivare och förvaltas bättre av en speciell bropatrull. Dessutom kan det vara av intresse att få en uppfattning om storleksordningen på kostnaden om alla egenskapskrav enligt ATB Brounderhåll 2002, *Vägverket (2002b)*, ska vara uppfyllda hela tiden.

1.4.6 Hur förändras brokapitalet i Uppsala län under pilotprojektets tid?

I den nationella planen för år 2004-2015 har Vägverket åtagit sig att hålla status quo både när det gäller brokapital och funktion förutsatt att medlen som finns i planen ställs till förfogande. Detta är ett nationellt mål och enskilda regioner kan variera från målet.

Därför kan det vara av intresse att följa upp hur brokapitalet förändras i Uppsala län under pilotprojektets tid. Detta är ett komplext område med många följdfrågor t ex om det finns någon ”tumregel” som indikerar hur mycket pengar som ska sättas av till drift och underhåll respektive reparationer i förhållande till det befintliga brobeståndet. Finns det något förhållande (drift + underhåll/reparationer) som är optimalt sett ur ett livscykelperspektiv? Är dagens underhålls- och reparations budget optimal för Uppsala län? Kan man mäta hur broarna mår med hjälp av måttet brist på kapitalvärde (BK)? Hur ser Vägverket idag på sina Tillståndsklasser (TK0, TK1, TK2 och TK3)? Kan man utveckla några nya nyckeltal som är lätta att använda och som samtidigt kan användas för upphandling?

Liknande frågor fast för vägar diskuterar *Jonsson (2005)*.

1.4.7 Hur ser beställaren och entreprenören på pilotprojektet efteråt?

En av pilotprojektets uppgifter är pröva nya ideér och förslag i praktiken.

Frageställningen blir vilka erfarenheter som beställaren och entreprenören har fått av det här pilotprojektet och vilka slutsatser som man kan dra samt vilka rekommendationer man kan ge inför framtida upphandlingar.

1.5 Projektets uppläggning

Innan detta doktorandprojekt startade så genomfördes en förstudie, Aktivt brounderhåll, *Silfverbrand (2002)*, i vilken ett antal tänkbara doktorandprojekt föreslogs, varav detta är ett.

2003-02-17 startades doktorandprojektet upp och man hade redan beslutat att pilotstudien skulle äga rum någonstans i Vägverkets region Mälardalen (VMN). Representanter från Vägverket och KTH fann efter utredning att broarna i Uppsala län var ett lämpligt område för pilotprojektet. Under hösten började arbetet med att ta fram material för upphandlingsunderlaget.

I början av 2004 informerades man inbjudna entreprenörer om projektet vid ett seminarium på Cement och Betong Institutet (CBI) i Stockholm och lite senare på Vägverkets huvudkontor i Eskilstuna. Projektet annonserades även ut i anbudsjournalen. Under våren lämnade intresserade entreprenörer in anbud. Vägverket Produktion lämnade in lägst pris och vann entreprenaden brounderhåll i Uppsala län för tiden 2004-09-01 till 2007-08-31. I slutet av året intervjuades alla entreprenörer som hade tagit ut anbudshandlingar.

Under 2005 och 2006 skedde uppföljning av projektet främst genom intervjuer och möten med representanter från beställaren och entreprenören.

1.6 Avgränsning

Rapporten har sin tyngdpunkt i ett pilotprojekt kring en funktionsentreprenad för brounderhåll i Uppsala län. Vid sidan av en litteraturstudie är rapporten begränsad till genomgång och analys av pilotprojektets upphandling och första två år.

Rapporten behandlar de 404 brokonstruktioner i Uppsala län som ingår i pilotprojektet. Broarna följs upp under entreprenadens första år med avseende på egenskaper och åtgärder.

I Uppsala län finns det ca 370 anläggningar bestående av 404 brokonstruktioner, d v s en anläggning kan bestå av en bro eller flera närliggande broar. Som exempel kan nämnas bronummer C293 som består av de två broarna C293-1 och C293-2.

Rörliga broar ingår inte i projektet.

1.7 Använda metoder

De metoder som har använts inom projektet har varit intervjuer, möten, litteraturstudier, rapporter, mötesprotokoll, uppföljning, statistik, deltagande på seminarier, egna inspektioner, årsrapporter m m.

Intervjuer har varit både strukturerade och ostrukturerade/informella. Intervjuerna av de entreprenörer som hade tagit ut anbudshandlingarna var strukturerade och resten kan anses vara ostrukturerade/informella.

Exempel på möten har varit styrgruppsmöten för doktorandprojektet, möten mellan representanter för Vägverket och personal på KTH o s v.

Eftersom författaren inte har funnit någonting om funktionsentreprenad brounderhåll i litteraturen, så vitt författaren vet efter litteratursökningar, så har litteraturstudierna istället koncentrerats på angränsande områden, typ funktionsentreprenader för vägar och brounderhåll i allmänhet o s v.

1.8 Uppläggning av avhandlingen

Avhandlingen består av tio kapitel. I det första kapitlet presenteras bakgrund, syfte, forskningsfrågor och avgränsning. Det andra kapitlet handlar om funktionsentreprenaden. I det tredje kapitlet beskrivs brounderhåll och nedbrytning. Vägverkets förvaltning av broar på det allmänna vägnätet behandlas i kapitel fyra. I kapitel fem redogörs för pilotstudiens tillkomst och omfattning. Kapitel sex handlar om inkomna anbud och utvärderingen av dessa. I kapitel sju redovisas intervjuer med alla entreprenörer som har tagit ut anbudshandlingar. Kapitel åtta går in på vald entreprenörs drift- och underhållsstrategi av broarna i Uppsala län. Det näst sista kapitlet redogör för författarens bedömning av broarna hösten 2005. Kapitel tio besvarar forskningsfrågor samt innehåller slutsatser och kommentarer samt förslag på fortsatt forskning.

2. FUNKTIONSENTREPRENAD

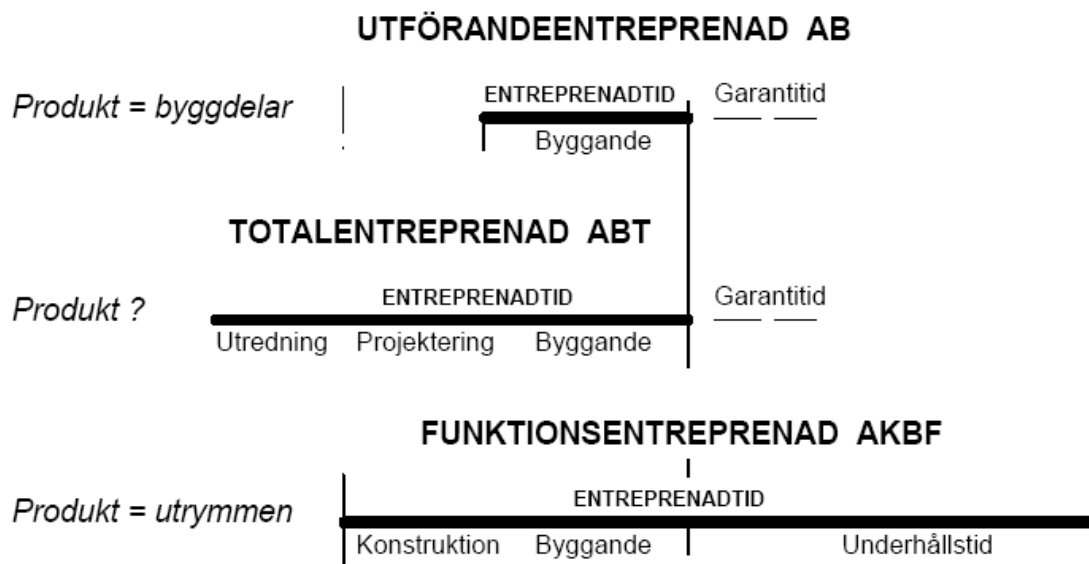
2.1 Inledning och bakgrund

Föreliggande rapport avser att belysa möjligheter och problem vid funktionsentreprenader för brounderhåll. Denna typ av funktionsentreprenad är ovanlig på det sätt att det handlar om utförande av drift och underhåll på en befintlig produkt eller grupp av produkter, i detta fall broar. I detta avsnitt kommer vi att diskutera funktionsentreprenad allmänt, men också belysa de särskilda problem som har att göra med funktionsentreprenad för underhåll.

Om vi betraktar parterna i en entreprenad så kan vi se att de har olika mål:

- En **Beställare (Köpare)** vill ha ett byggnadsverk som fungerar väl under en lång tid. Denne vill ha tillträde till detta så snart som möjligt och dessutom ska kostnaden vara så låg som möjligt.
- En **Entreprenör (Säljare)** vill att vinsten ska vara så hög som möjligt. Denne vill kunna leverera när det passar in i entreprenörens totala produktion och sedan vill denne ha beställarens godkännande av leveransen.

De vanligaste upphandlingsformerna inom byggindustrin är generalentreprenad och totalentreprenad. Funktionsentreprenaden introducerades under 1980-talet, men har inte fått så stort genomslag ännu. Skillnaderna mellan utförande-, total- och funktionsentreprenad visas i **Figur 2.1**. Partnering har lanserats som ett alternativ på senare år.



Figur 2.1 Skillnaderna mellan utförande-, total- och funktionsentreprenad, Bejrum & Grennberg (2003).

Kunden (beställaren) vill köpa bra saker som håller till ett så lågt pris som möjligt. Entreprenörerna försöker leverera beställd kvalitet till lägsta kostnad för att kunna maximera sina vinster eftersom aktieägarna kräver en viss avkastning. Entreprenörerna försöker vinna kundernas förtroende genom olika kvalitetsprogram och försäkringar.

För entreprenadformerna generalentreprenad och totalentreprenad finns generella regler (AB 92 och ABT 94) som har tagits fram av Bygghandens Kontraktskommitté, en förening med företrädare för olika intresseorganisationer, som Byggentreprenörerna och Svenska Kommunförbundet. Dessa regler kan i de enskilda entreprenaderna kompletteras med Administrativa föreskrifter (AF). Så länge entreprenadformerna följer definitionerna och AF-delen överensstämmer med bestämmelserna i AB 92 och ABT 94 uppstår normalt inga svåra tvister mellan beställare och entreprenör.

I en traditionell utförandeentreprenad härrör funktionsproblemen i bruksskedet delvis från att beställaren kräver en viss teknisk lösning av entreprenören och således inte en fungerande anläggning. Beställarens krav är således ett sätt att med indirekta kvalitetsangivelser tala om vad man vill ha för produkt. Funktionsbristerna kan bero på utförandefel av entreprenören. Eller så är det projektören som valt en teknisk lösning som inte ger önskad funktion, vilket kan bero på bristande kunskapsöverföring mellan förvaltare och projektör.

I en utförandeentreprenad bygger parterna upp olika uppfattningar om tilläggsersättningar är befogade eller inte och vilken storlek på dessa som är rimlig. Detta beror på att beställare respektive entreprenörer har skilda ekonomiska mål. Beställaren strävar efter att bygga en anläggning med godtagbar kvalitet för så låg kostnad som möjligt under det att utsedd entreprenör primärt strävar efter att göra en god affär.

När det gäller funktionsentreprenader för underhåll av broar så har vi inte hittat någonting publicerat om det. Därför redovisas istället några exempel och slutsatser från ny- och ombyggnad och underhåll av vägar som man förhoppningsvis kan överföra på brounderhåll.

2.2 Principer för olika upphandlingar

2.2.1 Generalentreprenad

En generalentreprenad karaktäriseras av att byggherren eller byggherrens konsult utför projekteringen innan upphandlingen sker, därefter svarar entreprenören endast för själva byggproduktionen och eventuellt kompletterande detaljritningar. Beställaren anlitar en entreprenör (generalentreprenör) för en utförandeentreprenad. Generalentreprenören ansvarar för hela produktionen inklusive upphandling och samordning av eventuella underentreprenörer. Vid delad entreprenad upphandlar beställaren de olika delentreprenaderna (bygg, VVS, el o s v) var och en för sig, vilket innebär att entreprenörerna är sidoentreprenörer i förhållande till varandra och att beställaren har samordningsansvaret.

Upphandlingen baseras på *AB 92, Allmänna bestämmelser för byggnads-, anläggnings- och installationsentreprenader*. Entreprenörens ansvar begränsas till att produktionen är utförd i enlighet med de dokument som ingår i kontraktshandlingarna. När ett kvalitetsfel uppstår är förhållandena vid traditionella utförandeentreprenader (general och delad) helt klara från entreprenadrättslig synpunkt. Fel som beror av brister i utförandet ansvarar entreprenören för inom garantitiden och fel som beror av brister i förfrågningsunderlaget svarar beställaren för (§ 1:6 i AB 92)

För- och nackdelar för beställare och entreprenör vid denna typ av upphandling beror till stor del på kvalitén på förfrågningsunderlaget och vilka ändringar och tilläggsarbeten som tillkommit. Vid

en väl genomförd projektering med fullständiga, klara och entydiga handlingar handlar konkurrensen mellan entreprenörerna om att ha god planering, de bästa resurserna, skicklig upphandling av underentreprenörer och material m m. Beställaren har god chans att få den produkt som avsetts till ett bra pris.

Vid genomförandet bör entreprenören ha tid för planering och organisation av arbetet för att detta ska fungera på önskat sätt. En av nackdelarna med denna typ av upphandling är därmed att det kan ta ganska lång tid från det att beställaren upprättat sitt program, genomfört projekteringen, upphandlingen och givit entreprenören tid för planering till själva byggandet börjar.

Vidare blir det problem om beställaren önskar göra ändringar och tillägg, s k ÄTA-arbeten, eftersom detta stör entreprenörens planering och kan medföra höga merkostnader och förlängning av entreprenadtiden. Tvister kan lätt uppstå och resurser såväl hos beställaren som hos entreprenören kan behöva avsättas för förhandlingar kring dessa ÄTA-arbeten och dessas ersättning.

I många projekt är det önskvärt att tiden från projektstart till inflyttning/övertagande är kort samt att det med hänsyn till projektets kommersiella villkor kan vara önskvärt med sena ändringar och tillägg. Detta försvårar en genomarbetad projektering varför generalentreprenad i många fall kan vara en olämplig upphandlingsform.

2.2.2 Totalentreprenad

Vid totalentreprenad är en enda entreprenör (totalentreprenör) ansvarig inför beställaren för såväl projektering som produktion. Det är totalentreprenören som anlitar eventuella underentreprenörer och konsulter samt svarar för samordningen av samtliga i entreprenaden ingående arbeten. Totalentreprenören svarar också för projektering, antingen genom konsulter eller i egen regi. Vid totalentreprenad har beställaren således bara en avtalspart.

Upphandlingen baseras på *ABT 94, Allmänna bestämmelser för totalentreprenader avseende byggnads-, anläggnings- och installationsentreprenader.*

Många konsulter är kritiska mot totalentreprenader med motiveringen att beställaren dels inte vet vad han eller hon får, dels för att totalentreprenader alltid ger den billigaste lösningen, inte alltid den bästa. Entreprenadformens förespråkare menar att det inte finns några sådana givna samband. Även ”den bästa lösningen” kan ha olika pris och kvalitetsnivån kan beställaren reglera vid beskrivningen av funktionskraven.

För- och nackdelar för beställare och entreprenör beror mycket på hur upphandlingen genomförs, speciellt främst hur förfrågningsunderlaget utformats. Har beställaren lyckats utforma förfrågningsunderlaget så att dennes funktionskrav definierats tillräckligt, finns goda möjligheter att slutprodukten får den kvalitet och de egenskaper som beställaren önskat. I motsatt fall, om det är oklart vad beställaren önskat, kan slutresultatet bli en besvikelse för beställaren.

Om beställaren lyckats utforma tydliga och entydiga funktionskrav kan det för entreprenören bli en intressant uppgift att söka de billigaste och produktionstekniska lösningarna för de ställda kraven för att därigenom kunna maximera sin vinst.

Den springande punkten är således funktionskrav. Byggbranschen saknar bra principer för att utveckla funktionskrav. Det allra mesta inom branschen bygger på regler i standarder och t ex

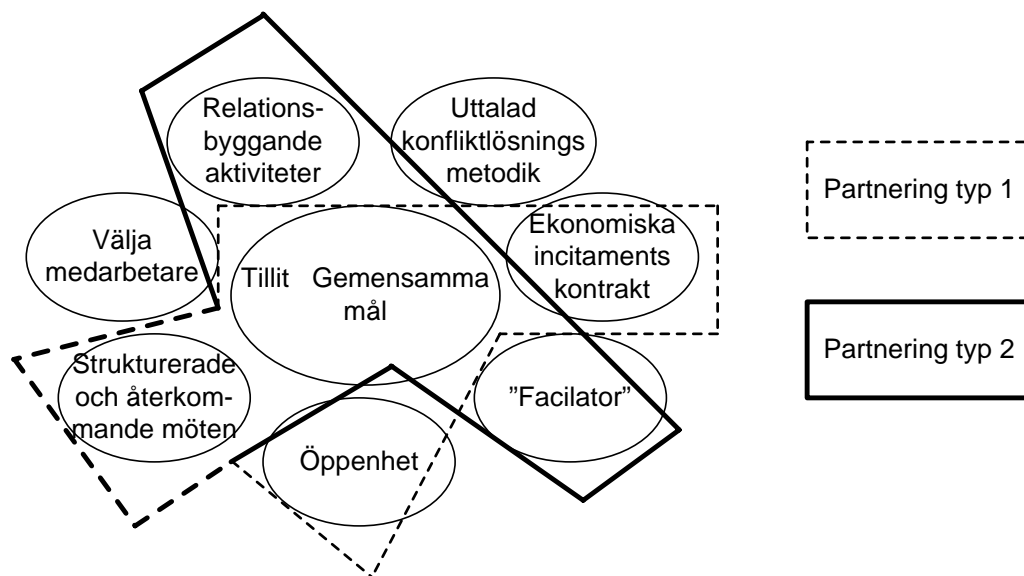
AMA-beskrivningar som anger exempel på lösningar i stället för funktionskrav. Som en del av föreliggande rapport kommer funktionskravsbegreppet att diskuteras såväl när det gäller möjligheter som när det gäller problem.

2.2.3 Funktionsentreprenad

Funktionsentreprenad är en entreprenadform där väsentliga egenskaper hos objektet definieras med funktionskrav och där entreprenören ansvarar för att avtalade funktionskrav innehålls under en underhållstid. Funktionsentreprenaden beskrivs mera ingående senare i detta kapitel.

2.2.4 Partnering

Partnering är ett internationellt vedertaget begrepp för samverkan mellan intressenter och kännetecknas av ord som förtroende, tillit och öppenhet. Enligt Nyström (2005) saknar partnering en entydig definition, både i branschen och i litteraturen, vilket beror på att partnering är ett arbetsätt och inte en ny entreprenadform, ersättningsform eller upphandlingsform, se **Figur 2.2**. Figuren visar på två exempel av partnering. Man kan i princip välja fritt vilka delar som skall ingå i partneringkontraktet.



Figur 2.2 Partneringblomman i princip enligt Nyström (2005).

Partnering kan kombineras med olika sammansättningar av entreprenadform, ersättningsform och upphandlingsform. Det centrala i partnering är ett närmare samarbete mellan beställare och entreprenör och att parterna är beredda att "ge och ta" under processen. Det gäller alltså att på ett strukturerat sätt ha ett kontinuerligt informationsutbyte och löpande kunna fatta kompletterande eller modifierande beslut om projektet. Partnering beskrivs ibland som en styrd totalentreprenad, med ett fast arvode för administration och ett i förväg fastställt riktpreis som båda parter strävar efter att underskriva. Ofta ingår ett gemensamt incitament och en tydlig riskfördelning. Det är viktigt att riskerna kvantifieras och prissätts och utförs projektet till lägre slutkostnad än det fastställda riktpreiset delas besparingen mellan parterna, blir kostnaden högre delas den över-skjutande delen enligt uppgjort incitament. Systemet innebär att båda parter har ett intresse av att få fram rätt slutprodukt till rätt pris. Partnering kan användas både vid nybyggnad och i samband

med skötsel- och underhållsentreprenader. En stor fördel med partnering är att beställare och entreprenör har en ökad flexibilitet när något oväntat dyker upp under projektets gång. Parterna kan resonera sig fram och anpassa sig till den nya situationen på ett smidigt sätt. En nackdel kan vara en risk för minskad affärsmässighet, d v s beställaren väljer en entreprenör som uppfattas som lätt att samarbeta med oavsett om vald entreprenör har lämnat det lägsta anbudet eller inte.

2.2.5 Övriga upphandlings- och entreprenadformer

Det finns en lång rad andra upphandlingsformer än de som mycket kort diskuterats ovan. Ofta är dessa entreprenadtyper kombinationer av de ovan nämnda. Det finns dock en familj av annorlunda entreprenadformer nämligen sådana som bygger på att entreprenören också tar över projektet och driver det under en viss förutbestämd tid och tar kostnader för projektets drift och inkomster under den överenskomna tiden. Exempel på sådana entreprenadformer definieras ofta med bokstavskombinationer som BOT, BOOT och PPP, se vidare kap 9 i *Bejrums & Grennbergs (2003)*. Dessa entreprenadformer gränsar ofta mot funktionsentreprenader. Det finns även ett EU-dokument om PPP en s k Grönbok om offentlig-privata partnerskap och EG-rätten om offentlig upphandling och koncessioner, *EG Kommissionen (2004)*.

2.3 Funktionsentreprenadens grundläggande innebörd

En förespråkare inom området funktionsentreprenader har varit professor emeritus Torsten Grennberg (Luleå Tekniska Universitet). Han anser att den principiella skillnaden mellan konventionell kvalitetsstyrning och funktionsstyrning är att den senare utmärks av att styrningen så tidigt som möjligt (i processen) inriktas mot den färdiga produktens funktion i motsats till styrning mot delmål i bygg- eller underhållsprocessen. För producenten (entreprenören eller egenregiutföraren) innebär funktionsstyrning att han på egen hand förväntas utarbeta tekniska lösningar och bygga så att funktionskraven för den färdiga produkten uppfylls.

Entreprenadformen funktionsentreprenad går ut på leverans av under lång tid väl fungerande byggnader eller anläggningar till ett fast grundpris. Det huvudsakliga syftet med funktionsentreprenaden är att skapa incitament för entreprenören att finna bra tekniska lösningar för både byggande och skötsel och därmed för ett byggnadsverk med god livscykelekonomi. Därför är ett bonus/vite-system kopplat till hur bra entreprenören uppfyller funktionskraven. Detta kan det leda till utveckling av nya metoder, lägre kostnader och bättre riskfördelning mellan beställare och entreprenör.

Produkten som ska levereras i en funktionsentreprenad är byggnader eller anläggningar med vissa mått, lägen och egenskaper (funktioner). Det är en väsentlig skillnad mot utförandentreprenaden där entreprenören har att bygga efter färdiga ritningar. Konkurrensen omfattar med funktionsentreprenaden hela byggandet, inklusive viss underhållstid, till skillnad mot entreprenader enligt AB 92 som begränsar konkurrensen till enbart utförandet.

Funktionsentreprenaden utvidgar således konkurrensen till att omfatta även konstruktionen och de tekniska lösningarna i och med att väsentliga egenskaper hos objektet definieras med funktionskrav. Entreprenören ansvarar för att de önskade utrymmena uppstår och fungerar som avtalat. Materialleveranser, konsulttjänster med tekniska lösningar och utförandet ingår i den totala

leveransen. Kontrakten omfattar dessutom en garanti för utrymmenas beständighet och funktion genom att entreprenören sköter driften och underhållet under en lång tid (7-15 år).

Under användningstiden ska beställaren göra funktionsbesiktningar för att kontrollera att denne verkligen fått den produkt som specificerats i kontraktet.

Det som karaktäriserar entreprenadformen funktionsentreprenaden är att:

- Väsentliga egenskaper hos slutprodukten definieras med mätbara funktionskrav.
- Ett kontinuerligt funktionsansvar ingår under underhållstiden.

2.4 Grundläggande principer för projektering med funktionskrav

Enligt *Sub (1990)* kan man dela in projekteringen i fyra steg:

- 1) Problemdefinition, vilken resulterar i bestämning av funktionskrav och begränsningar.
- 2) En kreativ process för att finna en lösning på problemet.
- 3) Analys av föreslagen lösning för att se om den på ett rationellt sätt löser problemet.
- 4) Kontroll av att lösningen är tillräckligt bra för att möta det ursprungliga funktionskravet.

Dessa fyra aspekter av projekteringen är lika viktiga och kritiska. Man bör komma ihåg att projekteringen innebär en ständig interaktion mellan vad man vill uppnå med funktionskraven och hur man vill uppnå det i den fysiska världen.

I en väl fungerande projektering är funktionskraven oberoende av varandra (Axiom 1) och är så få som möjligt (Axiom 2).

Axiom 1 Behåll oberoendet mellan olika funktionella krav.

Axiom 2 Minimera informationsinnehållet i funktionskraven.

Funktionskraven definieras som det minimala antalet oberoende krav som helt karaktäriserar det som man vill uppnå med en viss design och det är viktigt att önskad funktion specificeras i mätbara termer.

2.5 Funktionsentreprenadens olika delar

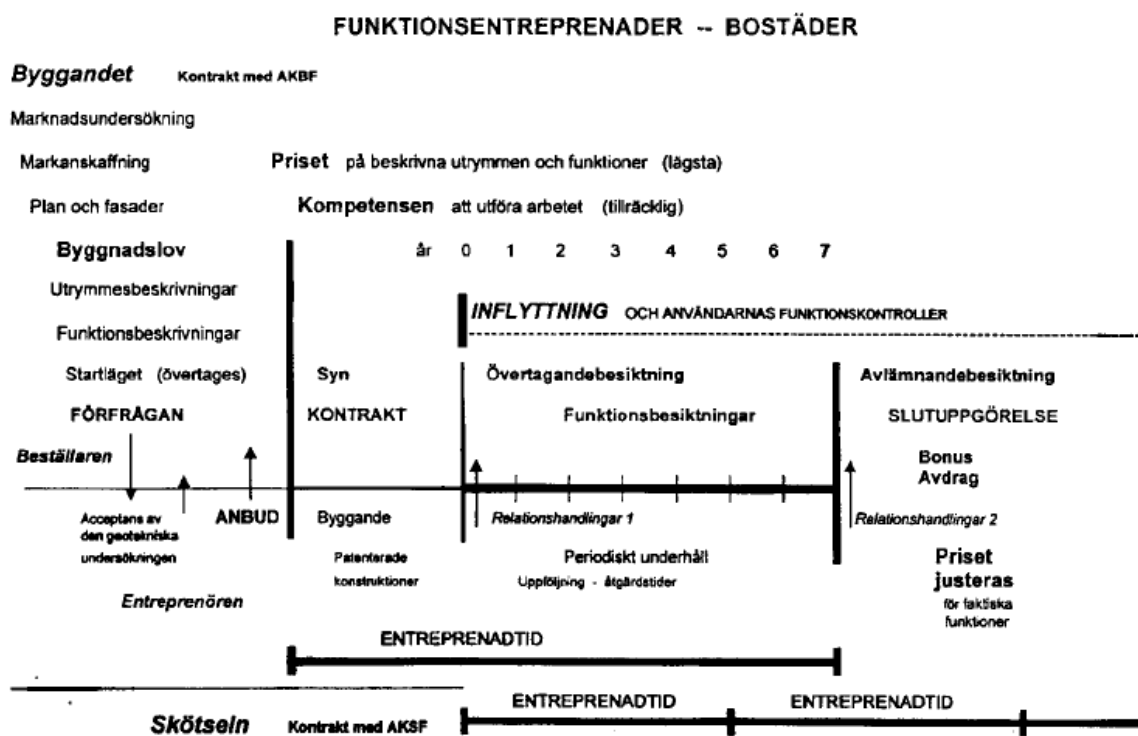
2.5.1 Inledning

Enligt *Lagerqvist & Johansson (2004)* har olika former av funktionsentreprenader främst använts i samband med ny- och ombyggnad av vägar samt vid upphandling av drift och underhåll av vägar och gator samt i mycket begränsad omfattning i samband med upphandling av husbyggnader. Sannolikt beror detta på att praktiskt verksamma projektörer och beställare upplever svårigheter och känner osäkerhet när det gäller att ställa relevanta funktionskrav och att följa upp dessa under byggprocessen.

Författarna har utarbetat en handbok med syfte att ge projektörer och beställare stöd för tillämpning av funktionskrav för byggnaders tekniska egenskaper vid upphandling av bostäder och lokaler. Grundprinciperna för den modell som presenteras i handboken är att:

- Byggnadens gestaltning, planlösning och synliga ytor definieras av beställaren till form, färg och material.
- De tekniska egenskaper som byggnaden ska uppfylla formuleras av beställaren helt eller delvis som funktionskrav.
- Entreprenören äger rätten till sina tekniska lösningar.
- Entreprenören ansvarar för levererade funktioner under en underhållstid, t ex sju år.
- Anbud bör värderas efter livscykelkostnad.

I **Figur 2.3** visas hur en funktionsentreprenad för bostäder kan se ut. Samma tankegångar och principer kan användas för byggande av vägar och broar.

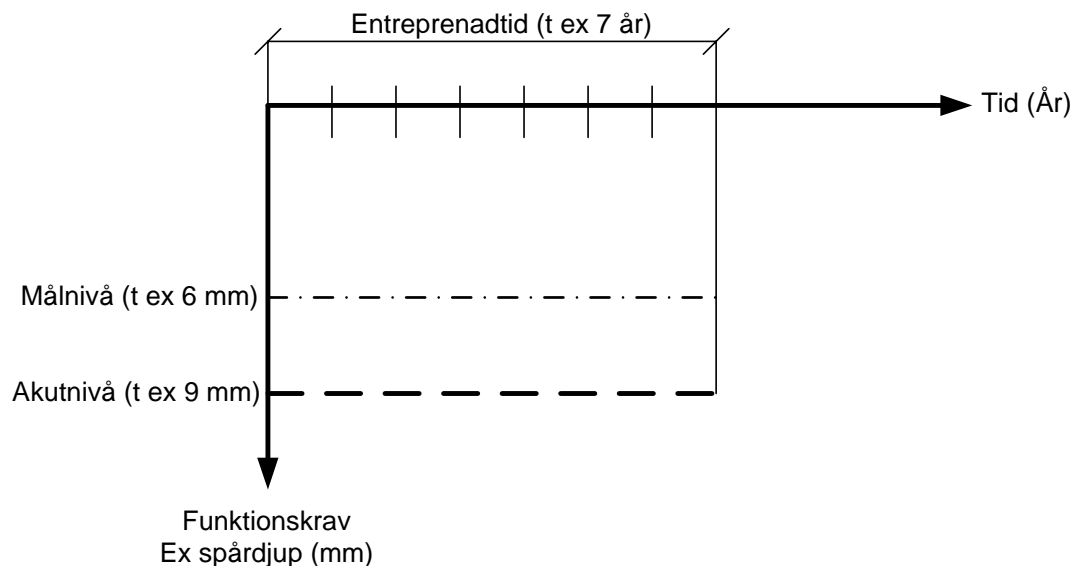


Figur 2.3 Principskiss över en funktionsentreprenad för bostäder, Bejrums & Grennberg (2003).

De kontrakt som hänvisas till i ovanstående figur är AKBF 94 Allmänna Kontraktsvillkor för Byggnad på Funktionsentreprenad, *Vägverket (1994b)*, och AKSF 94 Allmänna Kontraktsvillkor för Skötsel på Funktionsentreprenad, *Vägverket (1994c)*. Hur man kan använda AKBF 94 och AKSF 94 beskrivs mera detaljerat i *Vägverkets handbok för upphandling av väg- och trafikutrymmen med funktionella krav "Byggnad och skötsel på funktionsentreprenad, Upphandlings- och kontraktmodell"*, *Vägverket (1995)*.

2.5.2 Funktionsbeskrivningar

Före upphandlingen måste produkten beskrivas noga med väl valda funktionskrav. Det är viktigt att man preciserar funktionskravens målnivå och akutnivå, se **Figur 2.4**.



Figur 2.4 Principskiss för ett funktionskravs målnivå och akutnivå.

Målnivå: Funktionsnivå som ska innehållas i medeltal under funktionsgarantiperioden och vid dess slut.

Akutnivå: ”Lägsta” tillåtna funktionsnivå som när den inträffar ska åtgärdas inom en viss i kontraktet angiven tid. Under den tiden riskerar funktionen att sjunka ytterligare något. Den absolut lägsta tillåtna funktionsnivån är således något lägre än akutnivån.

För att ett funktionskrav ska fylla sitt syfte måste man tydligt specificera hur man ska hantera:

- Mätningen av funktionen och dess förhållande till funktionskravet (vad ska mätas och hur ofta).
- Redovisningen av mätningen (hur det ska redovisas och till vem).
- Resultatet av mätningen (vad innebär resultatet, målnivå, akutnivå m m).
- Åtgärdstid vid konstaterad avvikelse (hur snabbt som felet ska rättas till).

Olika åtgärder krävs inom en viss avtalad tid när lägsta funktionsnivå (akutnivån) nås. För drift-entreprenader är det för aktiviteter som snöröjning och halkbekämpning krav på åtgärdstider i storleksordningen timmar/dagar. För beläggningsunderhållet bör det också specificeras en absolut lägsta tillåtna funktionsnivå som om den inträder ska åtgärdas inom viss tid i storleksordningen dagar/veckor/månader.

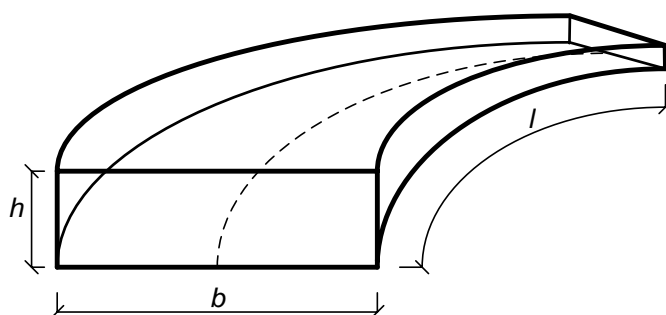
Funktionsansvaret medför att entreprenören ska leverera i förfrågningsunderlaget specificerad målnivå avseende tillståndet i genomsnitt under funktionsgarantiperioden. Men även vid dess slut i samband med att entreprenaden slutgiltigt avlämnas till beställaren.

I ATB Väg 2003, *Vägverket (2003)*, har begreppet "Funktionell egenskap" definierats som:

Egenskap som beskriver en produkts funktion och har betydelse för trafiksäkerhet, framkomlighet, bekvämlighet, miljö, fordonskostnad och livslängdskostnad.

Funktionella egenskaper för vägar kan vara väggrepp, rullmotstånd, spårighet, ojämnheter, hinder, tillåten belastning, bullighet, vibrationer, damm, smuts, stenskottsrisik och synbarhet.

När man ska göra en produktbeskrivning för en väg så tar man hänsyn till att trafikvolym, laster och hastigheter kräver ett trafikutrymme med viss funktion under sommar och vinter med måtten b , h och l , se **Figur 2.5**. Vägens läge beskrivs med koordinaterna x , y och z . Vägens egenskaper definieras med jämnheter i längd- och tvärlängd, friktion m m. Vidare kan man ange önskad belysning av vägen, informationsskyltar o s v.



Figur 2.5 Produktbeskrivning av en väg (trafikutrymme), i princip efter Bejrum & Grennberg (2003).

För bron som en del av vägen gäller i princip samma krav på funktionella egenskaper. Lagerqvist & Johansson (2004) åskådliggör axiomatisk utformning med ett exempel på nybyggnad av en bro.

Funktionskrav på en bro med x antal körfält:

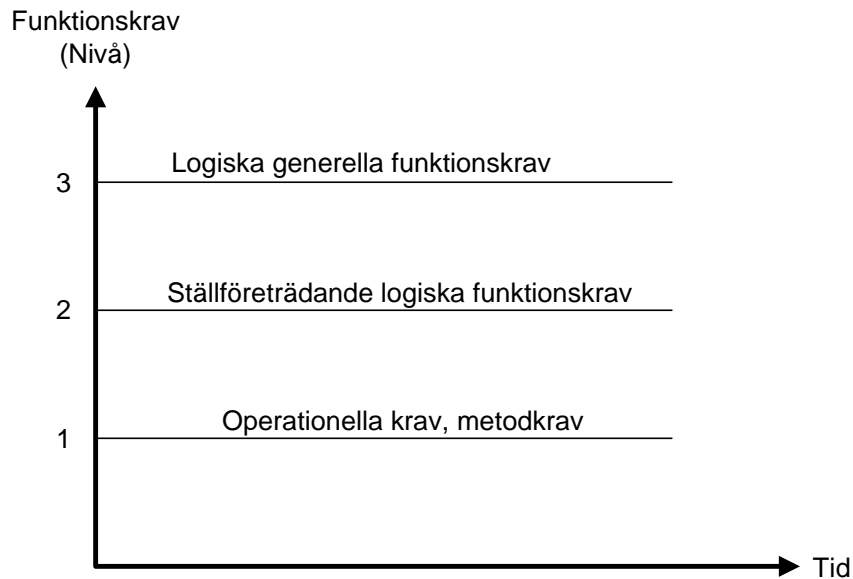
- Sidohinder med viss motståndskraft.
- Viss friktion på körbanans yta, oberoende av klimat.
- Förmåga att bära viss last i x -, y - och z -led.

Entreprenörens uppgift:

- Uppfyll funktionskraven till lägsta kostnad.

Liknande tankegångar som ovan när det gäller nybyggnad av vägbroar behandlas av Nilsson (1995).

Under projektets gång har diskuterats hur man ska definiera funktionskrav för underhålls-entreprenader och en gruppering skulle kunna vara att man delar in funktionskraven i tre olika nivåer nämligen operationella krav, ställföreträdande logiska funktionskrav och logiska generella funktionskrav, se **Figur 2.6**.



Figur 2.6 Funktionskrav indelat i tre nivåer.

Om man överför ovannämnda funktionsnivåer på t ex en vägöveryta får man följande:

- **Nivå 1: Operationella krav, metodkrav (utförandeentreprenad)**

”Vägytan ska omasfalteras vart 5:e år med metod A”.

Fördel: Beställare och entreprenör vet precis vad det handlar om och kostnaden kan förutses.

Nackdel: Man vet lite om resultatet. Slitaget kanske blir mycket större/mindre än vad som har förutsetts.

- **Nivå 2: Ställföreträdande logiska funktionskrav. (Nivå 1 för funktionsentreprenad alternativt utförandeentreprenad)**

”Vägytan ska underhållas så att större spårdjup än x mm mätt enligt metod Y inte förekommer”.

Fördel: Man vet ganska bra hur funktionen blir.

Nackdel: Ganska osäkert om kostnaden eftersom slitaget kan bli större/mindre än förutsatt.

- **Nivå 3: Logiska generella funktionskrav. (Nivå 2 för funktionsentreprenad)**

”En vägyta ska vara jämn för hög komfort och så att vatten avbördas så snabbt som möjligt...”

Fördel: Slutkunden, d v s trafikanten, förstår vad som erhålls.

Nackdel: Mycket svårt att kalkylera kostnaderna och att kvantifiera och mäta funktionskravet.

Man försöker koppla funktionskraven till vad kunden vill ha t ex hög komfort. Därför försöker man röra sig uppåt från nivå 1 till nivå 3.

Vägverket använder idag ställföreträdande logiska funktionskrav i sin broförvaltning t ex brist på kapitalvärde (BK), brist på bärighet (BB), tillståndsklasser (TK0, TK1, TK2 och TK3) och Brist/Konstruktion för uppfyllande av egenskapskrav. Dessa begrepp beskrivs och diskuteras mera ingående i senare avsnitt.

2.5.3 Upphandling och kontraktsvillkor

Efter att ha bestämt sina funktionskrav enligt avsnitt 2.5.2 ovan, så upprättar man ett förfrågningsunderlag i vilket man preciserar sina önskemål. Intresserade entreprenörer lämnar sedan in anbud på entreprenaden.

Vid anbudsjämförelsen förutsätts inte högre eller lägre kvalitet än den som angetts i förfrågningsunderlaget utan anbudspriserna avser exakt den kvalitet som efterfrågas. Den entreprenör som har lämnat in det lägsta priset får entreprenaden.

2.5.4 Funktionsbesiktningar under entreprenadtiden

I funktionsentreprenaden flyttas beställarens kontroller från utförandet till den färdiga produkten. Kontrollen inriktas på att produkten fungerar som avtalat i kontraktet. Entreprenören ansvarar för att så är fallet. Entreprenören har ett starkt incitament att göra ett bra arbete, eftersom han för att få sin vinst måste leverera fungerande byggnader eller anläggningar.

Beställaren gör mätningar och observationer under underhållstiden och senare av den färdiga produkten. Dessa mätningar protokollförs vid funktionsbesiktningarna och parterna har enats om en uppfattning om produktens funktionsstatus vid mättillfället.

Funktionsstatus: Förhållandet mellan verklig (uppmätt) funktionsnivå och krävd (eftersträvd) funktionsnivå. Exempel på funktionsstatustal är kvoten mellan verklig uppmätt funktionsnivå och i funktionsbeskrivningen specificerad mål- eller akutnivå.

2.5.5 Uppföljning vid funktionsentreprenadens slut

Det är först nu som beställaren kan se vilken produkt som faktiskt levererats och vid slutuppgörelsen justeras priset med bonus och avdrag beräknade utifrån de levererade funktionerna.

Vid funktionsbesiktningarna under underhållstiden kontrolleras egenskaperna och vid avlämnandebesiktningen ska parterna slutligen avgöra om de avtalade funktionerna är levererade, exakt, inte fullt ut eller med råge. Underlaget för detta består av mätvärden från funktionsbesiktningarna som ska göras redan från år 0, d v s vid övertagandebesiktningen så att funktionstrenderna kan bestämmas med största möjliga säkerhet.

2.5.6 Livslängdsberäkningar för funktionsegenskaper

Målnivåerna sätts som ett mått på den önskade kvaliteten vid avlämnandebesiktningen och de anger tillsammans med kontraktets underhållstid och akutnivåerna den förväntade livslängden på

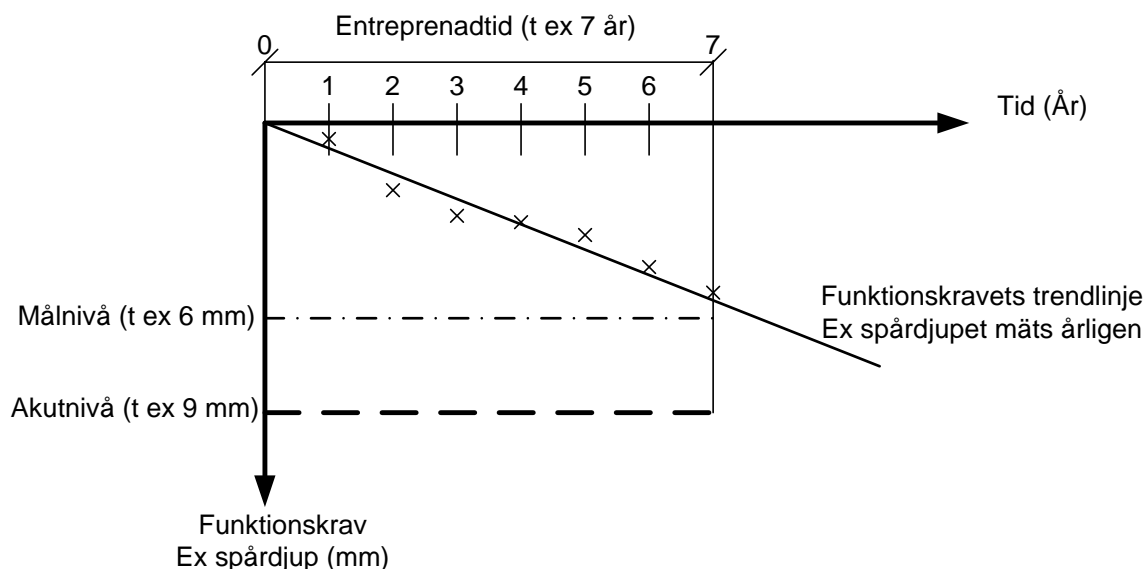
varje funktionsegenskap. Vid avlämnandebesiktningen ska parterna bestämma den verkliga livslängden på det som faktiskt levererats av entreprenören. Genom funktionsmätningar varje år under underhållstiden får man ett flertal mätdata och med hjälp av dessa kan parterna få ett underlag för att avgöra hur lång den verkliga livslängden är.

2.5.7 Bonus och avdrag

En viktig fråga är vilka incitament som kan användas för att beställaren ska kunna vara rätt så säker på att få den produkt som denne har köpt i kontraktet. Vanligtvis löser man den frågan genom något slags bonus/vite system.

Om entreprenören levererar en bättre funktion än avtalat får denne en bonus och levereras en sämre så får denne ett avdrag, vilket regleras enligt avtalet. Ofta ger $x\%$ överkapacitet y kr, men $x\%$ underkapacitet $k \cdot y$ kr, där $k > 1$, t ex $k = 2$.

För att kunna beräkna avdrag och bonus måste dels en trend för funktionsnivån kunna verifieras för den kontraktsevenliga underhållsperioden, dels måste parterna enas om en funktionsprognos för de därpå följande åren. Enligt *Grennberg & Olsson (1996)* kan ett sätt att uppskatta trenden och funktionsprognosen för en funktion vara att använda regressionsanalys t ex minsta-kvadratmetoden. I **Figur 2.7** visas ett exempel med funktionskravet spår djup som mäts årligen.



Figur 2.7 Principskiss för beräkning av ett funktionskravs trendlinje.

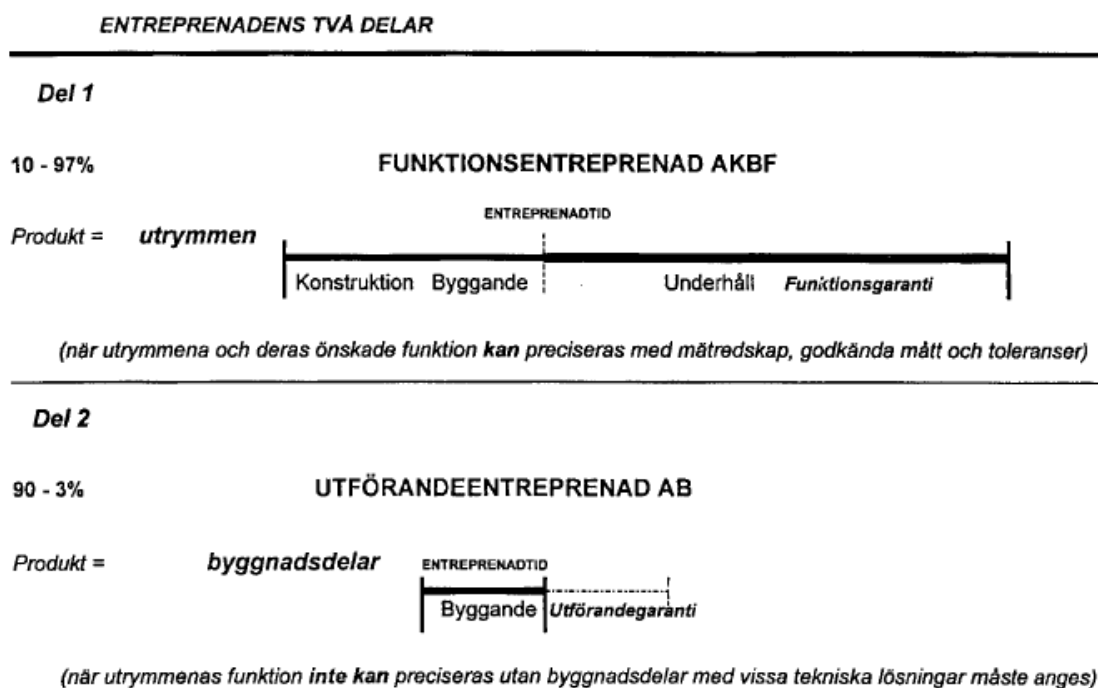
Ur figuren ovan kan man utläsa att funktionsnivån var bättre än målnivån under hela entreprenadtiden.

Ett exempel på när man kan använda avdrag och bonus är funktionsegenskapen jämnhet i tvärlängd på en väg. Väghållaren vill gärna få fram hållbarare beläggningar som sänker årskostnaderna genom att körbaneytan inte behöver underhållas så ofta p g a bättre motstånd mot spår bildning och att trafikanternas kostnader därmed minskar ännu mer genom att underhållsåtgärderna inte stör dem så ofta. Levererar entreprenören en bättre väg än i kontraktet får denne en bonus och är vägen sämre får denne ett avdrag istället.

2.6 Kombination av utförande- och funktionsentreprenad

När det gäller nybyggnad av broar finns det normer som Vägverket kräver att en entreprenör ska följa, t ex ATB Bro 2002, *Vägverket (2002a)*. Det blir problem när Vägverket ställer funktionskrav och samtidigt kräver att alla Vägverkets normer ska gälla.

Svårigheten att sätta funktionskrav på allt och önskemålet från beställaren att få en viss teknisk lösning med vidhängande eget funktionsansvar på vissa byggnadsdelar kan övervinnas genom en uppdelning av byggkontrakten i två delar. En del på funktionsentreprenad enligt AKBF och en del på utförandeentreprenad enligt AB, se **Figur 2.8**.



Figur 2.8 Ett byggprojekt som delas upp i delarna funktionsentreprenad och utförandeentreprenad, Bejrums & Grennberg (2003).

Om användbara funktionskrav saknas i början för en byggnad eller anläggning kan proportionerna mellan delen funktionsentreprenad och delen utförandeentreprenad vara kanske 10 % respektive 90 %, vilket visas i **Figur 2.8**. Förhoppningsvis så utvecklas funktionskraven och funktionskontrollerna med tiden så att ett slutläge uppnås med en fördelning på kanske 97 % respektive 3 %.

Ovanstående kan gälla ett pilotprojekt som Brounderhåll Uppsala län. Man kan också tänka sig att funktionskraven utvecklas under pilotprojektet och att de kraven används när man handlar upp brounderhåll i andra län i framtiden. Beroende på hur långt man har hunnit så kan proportionerna mellan delen funktionsentreprenad och delen utförandeentreprenad vara kanske 30 % respektive 70 %.

2.7 Funktionsentreprenader för nybyggnad av vägar

Sedan i mitten av 1980-talet har funktionsentreprenaden studerats och applicerats på verkliga projekt i Sverige. Vägverket har genomfört ett antal projekt som visar att funktionsentreprenaden fungerar bra när det gäller nybyggnation av vägar.

2.7.1 Larssons och Sandbergs studie

Enligt *Larsson & Sandberg (2003)* genomfördes och dokumenterades tio entreprenader, avseende nybyggnation av väg med funktionsupphandlingsinslag under åren 1986 till 1996. Sex av dessa var funktionsentreprenader och fyra var totalentreprenader. I entreprenaderna ingick underhållsansvar under ett i förväg bestämt antal år varefter garantibesiktning skedde, se **Tabell 2.1**.

Färdig	Vägsträckning	Kostnad	Garantitid	Entreprenadform
1986	Väg 713, Vena-Väderum	5 Mkr	7 år	Funktionsentreprenad
1988	Väg E245, Östergötland	Saknas	7 år	Funktionsentreprenad
1990	Väg 770, Sotenäs-Totebo	7 Mkr	7 år	Funktionsentreprenad
1992	Ny väg till Virisen	Saknas	7 år	Funktionsentreprenad
1993	Ny väg mellan Gimo-Harg	30 Mkr	7 år	Funktionsentreprenad
1994	Motorväg, Södermanland	366 Mkr	7 år	Totalentreprenad
1995	Väg E18, Arboga-Köping, motorväg	256 Mkr	7 år	Totalentreprenad (funktionsansvar)
1995	Väg E4, Mehedeby-Gävle, utbyggnad till motorväg	184 Mkr	7 år	Totalentreprenad (funktionsansvar)
1995	Väg 261, Lindö-Tappström	26 Mkr	10 år	Totalentreprenad (funktionsansvar)
1996	Väg 320, Sörbygden-Ansjö	saknas	8 år	Funktionsentreprenad

Tabell 2.1 Tabell över tio entreprenader, *Larsson & Sandberg (2003)*.

Några viktiga erfarenheter i rapporterna är:

- Entreprenören upplever det stimulerande att ta fram egna lösningar.
- Dåligt beskrivna befintliga förhållanden i förfrågningsunderlag.
- Beställaren upplever det svårt att skriva funktionskrav.
- Mindre behov av kontroll från beställaren.
- Kommunikationen mellan beställare och entreprenör handlar mer om teknik snarare än om ekonomi.
- Entreprenören fokuserar på en produkt i rätt kvalitet istället för att som ibland vid andra entreprenadformer leta kryphål i handlingarna.

2.7.2 Demoprojekt om- och nybyggnad av Väg 61

IVA Anläggningsforum bildades 1999 och en av dess viktigaste uppgifter var att initiera demonstrationsprojekt med syfte att pröva nya idéer för utveckling av byggsektorn under verkliga förhållanden. *Larsson & Sandberg (2003)* har i en praktikfallsstudie följt upp ett av dessa demonstrationsprojekt; funktionsentreprenad om- och nybyggnad av Väg 610 norr om Halmstad, en sträcka om knappt fem kilometer. Det centrala temat i detta utvecklingsprojekt har varit funktionskrav och hur funktionskrav i vägentreprenader påverkar utveckling, konkurrenskraft och kompetens i anläggningssektorn.

Demoprojektet initierades år 2000 och omfattade hela processen från beställarens framtagande av förfrågningsunderlag till färdig väg i maj 2003. För entreprenaden använde man kontraktsformen ABT 94 med de tillägg och ändringar som är angivna i de administrativa föreskrifterna.

Den färdiga vägen ska klara ett antal funktionskrav avseende vägyta och vägkropp och endast kapitel A i ATB Väg 2000, *Vägverket (2000)*, är styrande. Funktionskraven, som i de flesta fall är hämtade ur ATB Väg 2000, är uppbyggda med en mätmetod kopplad till kravet och en modell för hur mätresultatet skall hanteras. Mätresultaten värderas i intervall och används för ekonomisk reglering, för kontroll av krav för godkännande eller till utvärdering för erfarenhetsåterföring.

Funktionskraven mäts både vid trafiköppning och vid slutbesiktning, se **Tabell 2.2**.

Funktionskrav	Vid trafiköppning	Vid slutbesiktning
Nötningsbeständighet	X	-
Vattenkänslighet	X	-
Homogenitet	X	-
Hålrum	X	-
Stabilitet	X	-
Bärighet	X	-
Friktion	X	X
Jämnhet i längsled	X	X
Jämnhet i längsled vid bro	X	X
Tvärfall	X	X
Spårbildning	-	X
Sprickbildning	-	X
Stensläpp	-	X

Tabell 2.2 Funktionskrav vid trafiköppning och vid slutbesiktning, *Larsson & Sandberg (2003)*. Anm. Kravet för jämnhet vid bro har utformats så att ett godkänt resultat motsvarar en sättnings som inte behöver åtgärdas.

Några slutsatser som *Sandberg & Larsson (2003)* drar är att funktionskraven måste vara mätbara, men att det är svårt att konstruera bra sådana krav. Inte sällan blir det så att funktionskraven snarare bestäms utifrån vad som kan mätas än från vilka krav som representerar de viktigaste

funktionerna för vägen. Ett förtroende och samverkan mellan parterna och konsensus om vilka mål som skall uppnås i projektet kan vara väl så betydelsefullt för projektets framgång som att funktionskraven är perfekt valda och formulerade.

När det gäller produktionsfasen kunde man konstatera följande:

- Entreprenören tar över många uppgifter som tidigare låg på beställaren.
- Beslutsfattandet förenklas och decentralisering skapar kortare beslutsvägar.
- Det är inte längre lika viktigt att finna fel i ritningar utan renodlad teknisk problemlösning kommer i fokus.
- Ökat ansvar för vägens slutliga funktion skapar ökat engagemang hos entreprenören.

Att lämna anbud i en funktionsentreprenad är mycket kostsamt, därför gäller det att projekten måste ha en viss storlek för att det skall vara lönsamt för entreprenören.

Avslutningsvis dras slutsatsen att entreprenadupphandlingar med funktionskrav har en potential att utveckla byggandet.

2.8 Funktionsentreprenader för underhåll av vägar och gator

En viktig frågeställning är vilka mätbara faktorer som direkt påverkar vägarnas funktion från trafikantsynpunkt när det gäller trafiksäkerhet och framkomlighet?

Under vinterförhållanden är det i första hand vägytans friktion (halkmotståndsmått), snörökssnö på vägbanan och höga snövallar som påverkar trafiksäkerheten enligt *Olsson (1993)*. Snödjup på vägytan, ojämnheter och spårighet påverkar framkomligheten.

Under vår/sommar/höstperioder då ”bar asfalt”-förhållanden råder är det i första hand spår djup, friktion och textur som påverkar trafiksäkerhet. Längsgående ojämnheter, sprickfrekvens och lokala skador som potthåll m m påverkar framkomligheten.

För att kunna bedriva funktionsentreprenader med framgång krävs att faktorerna enligt ovan ges mätbara talvärden (mål- och akutnivåer).

För trafikanterna är det av förstahandsintresse att vägen fungerar väl med avseende på framkomlighet och trafiksäkerhet, d v s att vägutrymmets funktionella tillstånd är godtagbart. Det funktionella tillståndet är de faktorer i vägytan och vägrymmet som har betydelse för trafikanternas säkerhet, framkomlighet och fordonsekonomi. Underhållsplanerare är förutom av funktion också intresserade av det strukturella tillståndet för att kunna bedöma behovet av långsiktiga underhållsåtgärder. Det funktionella tillståndets utveckling över tiden beror således i högsta grad av vägens strukturella tillstånd.

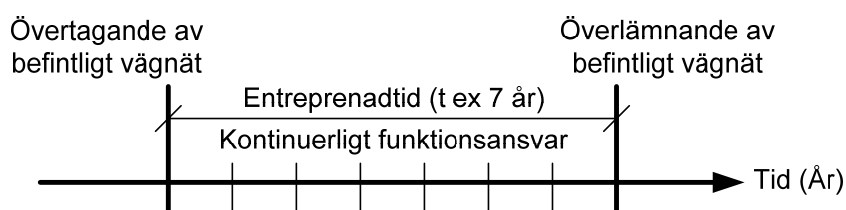
2.8.1 Skötsel på funktionsentreprenad

I Vägverkets handbok för upphandling av väg- och trafikutrymmen med funktionella krav ”Byggande och skötsel på funktionsentreprenad, Upphandlings- och kontraktsmodell”, *Vägverket (1995)*, definieras skötsel som löpande underhåll + drift. Upphandling av skötsel innebär köp av tjänster, d v s det befintliga ska skötas.

I AKSF 94 ”Allmänna Kontraktsvillkor för Skötsel på Funktionsentreprenad”, *Vägverket (1994c)*, finns ett typexempel på anbudsformulär och anbudsinbjudan för skötsel av ett vägdistrikt. I anbudsinbjudan finns bl a ett avsnitt om produktbeskrivning av vägutrymmena under skötsel-tiden. Detta avsnitt behandlar funktionskrav, mätmetoder, toleranser och längsta tillåtna åtgärdstider. Generellt gäller ju viktigare väg desto lägre tolerans och kortare åtgärdstid.

I AKSF 94 finns även ett avsnitt om beställarens redovisning av tidigare utförd skötsel. I detta avsnitt redovisas vilken personalstyrka och vilka maskiner som har använts tidigare. Dessutom anges det senaste årets skötselkostnad. Detta är värdefull information för en potentiell anbudsgivare i och med att kalkylerbarheten ökar.

Skötsel av ett befintligt vägnät på funktionsentreprenad framgår i princip av **Figur 2.9**.



Figur 2.9 Skötsel av ett befintligt vägnät på funktionsentreprenad i princip.

Funktionsentreprenad för skötsel av ett befintligt vägnät förutsätter mätbara funktionskrav och att entreprenören åtar sig en kontinuerlig beredskap för att rätta till eventuella funktionsbrister inom angivna åtgärdstider.

2.8.2 Funktionsentreprenad beläggningsunderhåll för väg E4 genom Östergötland

Ett bra exempel på funktionsentreprenadens möjligheter är Vägverkets åttaåriga (2001-2009) funktionsentreprenad beläggningsunderhåll för väg E4 genom Östergötland. Utsedd entreprenör är Vägverket Produktion och i dess tidning ”På Väg”, nr 1, *Vägverket Produktion (2005a)*, kan man läsa att bilisterna under tre år (2001-2004) sparat minst 110 Mkr i och med att vägen har fått bättre underhåll:

- Genom att bristerna på vägen har reducerats innebär det att reparationsbehoven på fordonen minskat med mer än 50 Mkr.
- En slätare väg gör att bilisterna kan hålla en jämnare hastighet och det har sparat ytterligare 50 Mkr i tid.
- En jämnare fart innebär också att bilisterna har sparat bränsle för motsvarande 10 Mkr.

När Vägverket Produktion tog över driften av den här sträckan 2001 var motorvägen i sämre skick än bara några år tidigare. Man satte snabbt in åtgärder och satsade mer pengar än vad man hade räknat med för att göra vägen jämnare, se **Tabell 2.3**.

Vägsträcka	Spårdjup 2001	Spårdjup 2004	Ojämnhet (IRI) 2001	Ojämnhet (IRI) 2004
Toftaholm - Gränna	7,9 mm	4,5 mm	1,17 mm/m	0,94 mm/m
E4 genom Östergötland	8,2 mm	5,3 mm	1,16 mm/m	0,88 mm/m

Tabell 2.3 Medelvärde för spårdjupet och ojämnheten för vägsträckorna Toftaholm-Gränna och E4 genom Östergötland, "På Väg", nr 1, Vägverket Produktion (2005a).

I kontraktet för funktionsentreprenaden gällande vägytans egenskaper är kraven utformade baserade på de traditionella måtten spårdjup, ojämnhet (IRI) och friktion definierade enligt ATB Väg 2000, Vägverket (2000):

- Spårdjupet skall efter utförandet vara 0 mm och sett över garantiperioden får det inte överstiga 10 mm.
- IRI följer de ställda kraven i ATB Väg 2000, kapitel A10.
- Friktionen får ej understiga friktionsvärdet 0,5.

Under kontraktstiden genomförs årliga mätningar av t ex spårdjupet som renderar i antingen bonus eller vite. Bonus/vite-systemet ger en indikation på vilken kvalitet som förväntas under entreprenadtiden och vid avlämnandet när entreprenaden är slut. Systemet har en frizon mellan 7,5 mm och 8,5 mm spårdjup. Bättre eller sämre resulterar i bonus respektive avdrag, se **Tabell 2.4**.

Spårbildning	Bonus	Avdrag
5–7,5 mm	$(7,5 - x) \cdot A \cdot y$	
7,6–8,4 mm		
8,5–9,5 mm		$(8,5 - x) \cdot A \cdot y$
> 9,5 mm		$(8,5 - x) \cdot A \cdot y$

Tabell 2.4 Bonus/vite-system E4 delen Gränna-Örsta, Haraldsson (2004).

A = aktuell uppmätt area, x = uppmätt spårdjup.

Bonus; $y = 0,5 \text{ kr/m}^2$.

Avdrag; $y = 1 \text{ kr/m}^2$ upp till spårdjupet 9,5 mm, därefter ökar y med faktor 1 för varje 0,1 mm.

Ett mindre spårdjup än standarden betyder bonus för entreprenören. Anledningen till att avdraget är större än bonusen är för att sporra entreprenören att hålla så god standard som möjligt, det ska svida att inte hålla standarden. Enligt "På Väg", nr 1, Vägverket Produktion (2005a), fick Vägverket Produktion kompensation för sin satsning, eftersom utförda åtgärder blev så bra att

den bonus, om max 2,4 Mkr/år, föll ut. Man kan se att Vägverket som beställare fäste stor vikt vid beläggningarnas varaktighet och priset man fick betala och att entreprenören var intresserad av att få en bra bonus samt en snabb och relevant mätning.

2.8.3 Långa funktionskontrakt i danska kommuner

För närvarande finns det 21 kommuner i Danmark som har lagt ut sitt vägunderhåll på partneringskontrakt (5 st) och funktionskontrakt (16 st) med kontraktstider uppemot 15 år.

Partneringskontrakten för flerårigt beläggningsunderhåll kännetecknas av ett nära samarbete mellan beställare och utförare. Entreprenören får betalt efter utfört arbete.

Funktionskontrakten kännetecknas av att beställaren beställer ett visst önskvärt tillstånd på vägnätet i kommunen och betalar entreprenören en fast årlig betalning för det. I funktionskontraktet ställer kommunen krav på vägens status och lämnar sedan ansvaret för det lokala vägnätet till en entreprenör. Ansvaret kan innefatta allt från gräsklippning och planteringar till asfaltering och ansvarsperioden är normalt 10–15 år. Entreprenören fattar beslut om vad som ska göras.

Som grund för kontraktet används ett PM-system. Det är ett slags schema i vilket man informerar om vägens status, bland annat ålder, typ av asfalt och beläggning. PM-systemet ger entreprenören upplysningar om vägen så att han kan lägga anbud. Systemet uppdateras sedan under kontraktstiden och kan användas som en slags dokumentation och verifiering på att entreprenören lever upp till de ställda kraven i avtalet. Uppfylls kraven får entreprenören en fast årlig betalning och om inte så blir det inga pengar. Om entreprenören inte rättar till brister leder det till böter.

Beställaren beskriver det önskvärda tillståndet på vägnätet genom att dela in vägar och gator i olika underhållsklasser beroende på deras betydelse. Ju viktigare väg desto bättre underhåll, se **Tabell 2.5**.

Underhållsnivå	Medel Max	Enstaka avsnitt Max
1	1,2	3,5
2	2,5	5
3	3,7	7,5

Tabell 2.5 *Max skadepoäng för vägen beroende på vald underhållsnivå, Nielsen & Thau (2005).*

Skadepoäng skapas enligt den danska Statens Vejlaboratoriums Rapport 70, Katalog över beläggningsskador – vägledning med visuell efterkontroll. Skadepoäng är resultatet av antal skador 1 – 9, skadeomfång i % och skadevikt per skada. De olika typerna av skador som man bedömer är krackeleringar, längsgående sprickor < 0–1 m från kant, längsgående sprickor > 1 m från kant samt tvärgående sprickor, förslitningar, avskalningar eller slaghål, fördjupningar och sättningar, spårkörning, instabilt slitlager samt fet ytbehandling eller stenförlust från ytbehandling.

Enligt de danska erfarenheterna är fördelarna med funktionskontrakt:

- Bättre överensstämmelse mellan förväntad och levererad kvalitet.
- Mer entydig ansvarsfördelning.

- Utveckling av bättre och billigare produkter/metoder.
- Produktkvalitet ansvarar entreprenören för.

2.8.4 Långt funktionskontrakt i Mariestads kommun

Enligt *Vallgren (2005)* hade Mariestads kommun blivit inspirerad av de långa funktionskontrakten i Danmark och man ville överföra den danska modellen på kommunens vägnät, se **Tabell 2.6**.

	km	m ²
Körbana	158	1 167 834
Gång- och cykelväg	55	163 416
SUMMA	213	1 331 250

Tabell 2.6 *Mariestads kommuns gatumängder, Vallgren (2005).*

Under Asfaltdagen 2005 redogjorde Vallgren kortfattat för den process som man använde:

- Inventering av statusen på underhållet.
- Servicegradering av gatorna.
- Förfrågningsunderlag.
- Politisk principdiskussion.
- Anbudsprocess.

Mariestads kommun följde i princip den danska modellen och räknade med att kunna presentera en entreprenör under våren 2006.

På Mariestads kommuns hemsida (www.mariestad.se) publicerades 2006-03-21 följande pressmeddelande:

Mariestad blir först i landet med att lägga över hela skötsel- och driftansvaret för kommunens asfaltvägar på en extern entreprenör. Avtalet kommer att löpa under 15 års tid.

Det var bolaget NCC som vann upphandlingen och avtalet mellan NCC och Mariestads kommun skrevs på under tisdagen. Kommunstyrelsen ordförande Sten Bergheden (m) är nöjd. Detta är mycket fördelaktigt för kommunen med tanke på att arbetet nu kommer att göras till en lägre kostnad och på ett mer rationellt sätt än tidigare. Det viktigaste för oss är att mariestadsborna är garanterade en bra standard på vägarna. Det är vi övertygade om att de är i och med det här avtalet, säger han.

Avtalet gäller från och med 1 april i år och sträcker sig 15 år framåt i tiden. Prioriterade områden är till en början infartsvägarna till Mariestad.

3. BROUNDERHÅLL OCH NEDBRYTNING

3.1 Inledning

I det här kapitlet görs en kortfattad genomgång av bl a kompendiet Drift, underhåll och reparationer av konstbyggnader, *Silfwerbrand & Sundquist (2001)*.

Drift och underhåll av broar behövs för att samhället har önskningskrav och krav på vägar och dessa krav kan formuleras t ex för följande delområden:

- Säkerhet
- Tillgänglighet
- Komfort
- Effektivitet

Det är framförallt säkerheten och tillgängligheten som brukar stå i fokus.

Drift av bro innebär åtgärder för att hålla broförbindelsen tillgänglig för trafik genom rengöring av vägbana, service av maskineri och manövrering av rörlig bro. Driftåtgärder har en kortare livslängd än ett år.

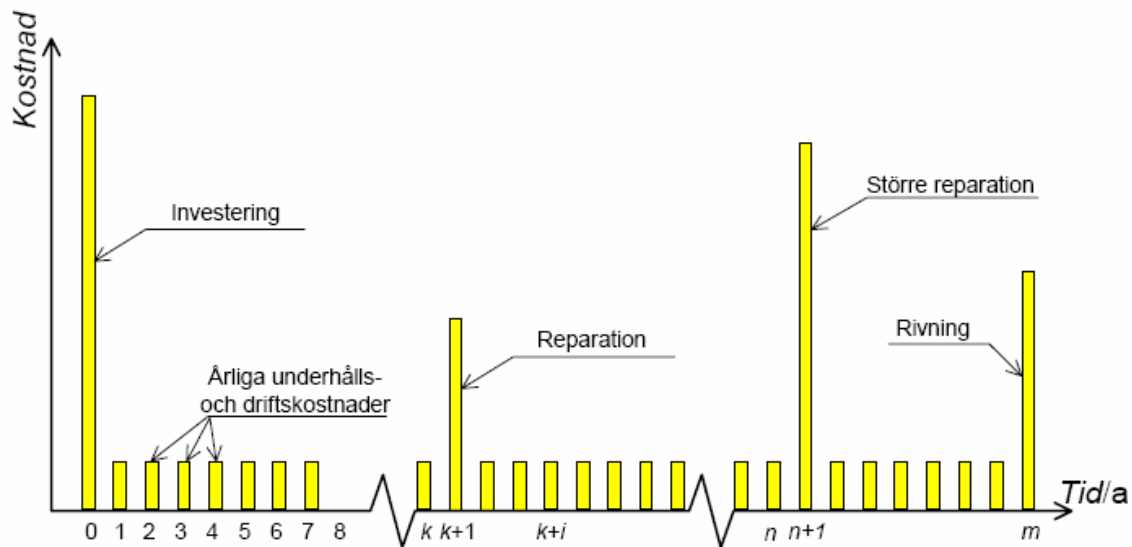
Underhåll av bro innebär upprätthållande av broförbindelsens funktion där broinspektioner, rengöring av konstruktionen, regelbundet förebyggande underhåll, objektlagda underhållsåtgärder, reparationer av bärighet samt ombyggnad av beständighetsskäl ingår. Underhållsåtgärder har en längre livslängd än ett år.

Enligt *ACI (1997)* har erfarenheter visat att kontinuerligt och systematiskt underhåll av broar förlänger deras livslängd och minskar framtida åtgärdskostnader.

Vikten av förebyggande underhåll exemplifierar *Carter (1989)* med en ägare av en lite äldre bil. Om ägaren inte byter olja regelbundet och tvättar av vägsaltet så minskar snabbt bilens värde. Broar kan betraktas på liknande sätt med skillnaden att en bro har mycket längre förväntad livslängd.

Olika typer av broar har funnits under lång tid och det byggs hela tiden nya. I Sverige dimensionerar man idag broarna för en teknisk livslängd av 80 år – 120 år. Samtidigt så räknar man idag med att en bro har en verksam livslängd av ca 70 år. Man kan säga att på samma sätt som en människa har olika behov under sin livslängd så har en bro det också.

Vägverket har under lång tid samlat in data om hur de olika broarna mår via sina inspektioner och försöker med hjälp av sina dataprogram planera sitt drifts-, underhålls- och förnyelsearbete på ett så optimalt sätt som möjligt. Det gäller att utnyttja de personella och ekonomiska resurserna så effektivt som möjligt. Detta försöker man göra genom att minimera de totala kostnaderna för en konstruktions hela livslängd (LCC-analys), se **Figur 3.1**.

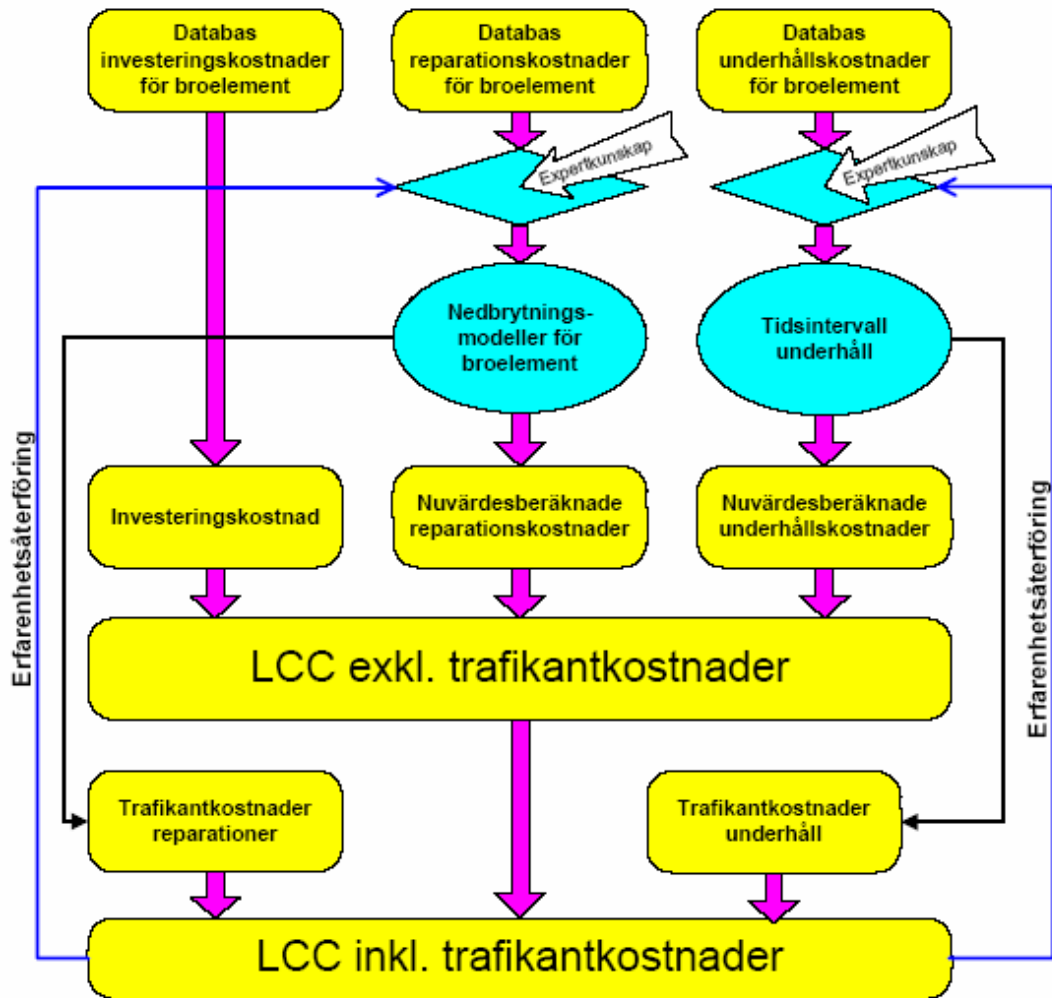


Figur 3.1 Traditionell LCC-analys för en bro, Sundquist (1999).

I en traditionell LCC-analys för en bro summerar man ihop alla kostnader som uppstår för bron under hela dess livslängd t ex investering (nybyggnad), drift, underhåll, reparation och rivning. Dessa kostnader diskonteras med nuvärdesanalys till investeringstidpunkten.

Man kan utöver krav på lägsta LCC-kostnad för en bro lägga till kostnader för trafikstörningar, minskad tillgänglighet och liknande så får man ytterligare variabler att beakta. Att minimera de totala kostnaderna för ett brobestånd är en mycket komplex uppgift. Det finns en hel del publicerat bl a *Frangopol et al (1997)*, *Enright & Frangopol (1999)*, *Kong & Frangopol (2003)*, *Troive (1996)*, *Troive (1998)* och *Karoumi & Sundquist (2001)*.

Ett stort problem är att det är så svårt att förutsäga var på nedbrytningskurvan man befinner sig för de enskilda broarna. Broarna är utspridda över hela Sverige och har helt olika typer av trafikbelastning, ålder, konstruktions- och grundläggningssätt och klimat, vilket gör att mängden data att ta hänsyn till är mycket stor, se **Figur 3.2**.



Figur 3.2 Principiellt schema för expertsystem för LCC-analys av en bro, Karoumi & Sundquist (2001).

3.2 Allmänt om nedbrytning

Det finns många orsaker till att konstruktioner bryts ner och förstörs, men man kan dela in orsakerna till nedbrytningen i två huvudkategorier:

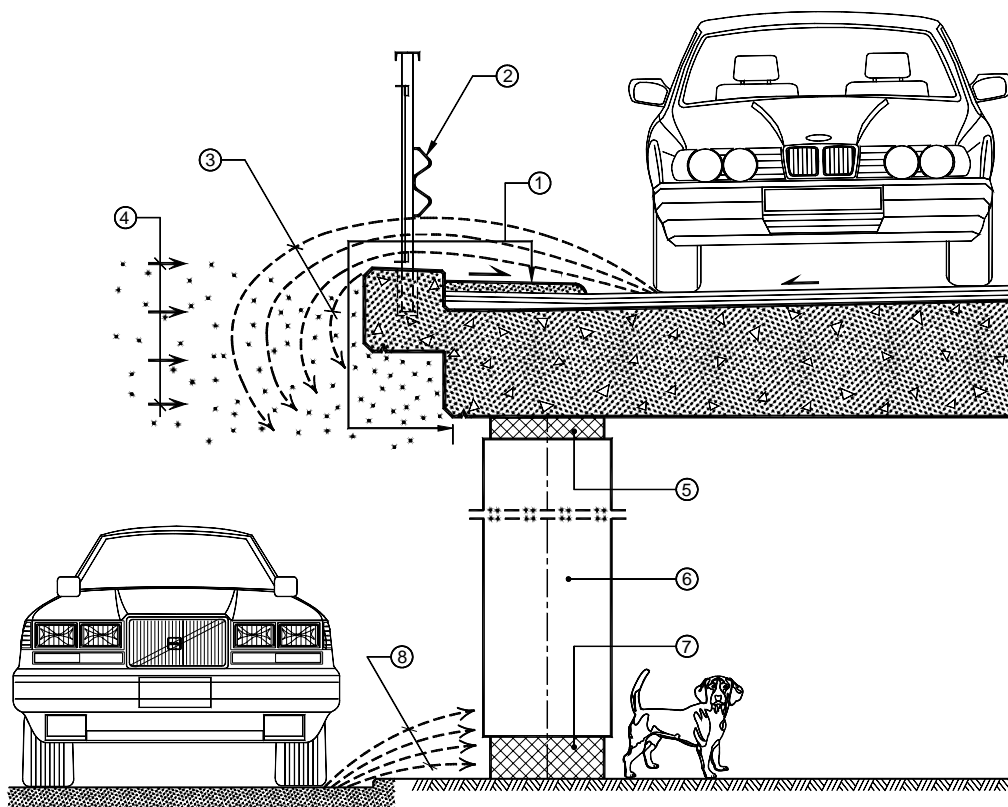
- Laster och användning (funktionsbetingad nedbrytning).
- Miljö (miljöbetingad nedbrytning).

Lasterna är dels de laster som konstruktionen är dimensionerad för dels oförutsedda laster. En konstruktions nedbrytning orsakad av upprepade laster kallas för utmattning.

Miljöbetingad nedbrytning av en konstbyggnads olika material sker under inverkan av det som finns i omgivningen till konstruktionen i jord, luft och/eller vatten. Jorden, luften och vattnet kan vara förorenade av olika ämnen som påverkar nedbrytningsfarten. Luften och vattnet rör sig olika snabbt kring konstruktionen i form av vind respektive strömning och detta påverkar nedbrytningsfarten. Luften och vattnet förekommer även i olika temperaturer och vattnet även i

olika tillstånd t ex när vattnet fryser. Detta sker med en svällning av ca 9 % och ger upphov till nedbrytning i form av t ex frostsprängning.

I **Figur 3.3** exemplifieras några av de miljöproblem som är aktuella för brokonstruktioner. Ett av de svåraste angreppen kommer från tösaltningen som sedan sprids med hjälp av fordonen.



Figur 3.3 Schematisk bild som visar hur salthaltigt vattensprut (3) (8) samt vindburna föroreningar (4) kommer åt utsatta delar på broar. Den markerade zonen (1) är den mest utsatta, men även räcken (2) och lager (5) (7) är känsliga för miljöpåverkan, omarbetad efter Pritchard (1991).

Man kan betrakta de fenomen som ovan kort beskrivits som miljölast och det är klart att om dessa miljölast får verka tillräckligt länge kommer konstruktionerna att så småningom brytas ner. Därför måste vi lägga till ett tidsperspektiv i vår dimensionering och ställa olika krav beroende på den livslängd som krävs eller som alternativt vara beredd att minska på krav på beständighet om man istället underhåller och reparerar.

Eftersom broarna i Sverige huvudsakligen består av betong och stål så beskrivs nedbrytningen för dessa material mera ingående i avsnitt 3.3 och 3.4.

3.3 Armerade betongkonstruktioners nedbrytning

3.3.1 Funktionsbetingad nedbrytning

Den funktionsbetingade nedbrytningen av betongkonstruktioner handlar om nedbrytning orsakad av laster. Att en bro rasar helt plötsligt är mycket ovanligt, utan det vanliga är att en bro sakta bryts ned under lång tid av överlast, utmattning och successivt ökad sprickbildning. Samverkan mellan funktions- och miljöbetingad nedbrytning är stark i det att sprickor ger möjlighet för vatten och salter att tränga in i betongen med frost- och korrosionsskador som följd.

3.3.2 Miljöbetingad nedbrytning

Ända in på 1960-talet så trodde man att betongkonstruktioner inte hade någon nedbrytning att tala om. När man sedan upptäckte att betongen påverkades av saltet från vinterväghållningen så började man studera nedbrytningen. När man idag talar om miljöfaktorer som bryter ner betongkonstruktioner delar man in dem i följande tre kategorier:

- Fysikalisk nedbrytning av betong.
- Kemisk nedbrytning av betong.
- Armeringskorrosion.

Den fysikaliska miljöbetingade nedbrytningen av betongen kan i sin tur delas in i:

- Frostsprängning.
- Påverkan av frysning och upptining.
- Saltkristallisation.

Frostsprängning handlar om att vatten tränger in i sprickor eller andra håligheter i konstruktionen. När det blir kallt och vattnet fryser, och därigenom expanderar, kan delar av konstruktionen sprängas loss. Detta är främst aktuellt för redan skadade konstruktioner där vatten kan tränga in i sprickor och hålrum.

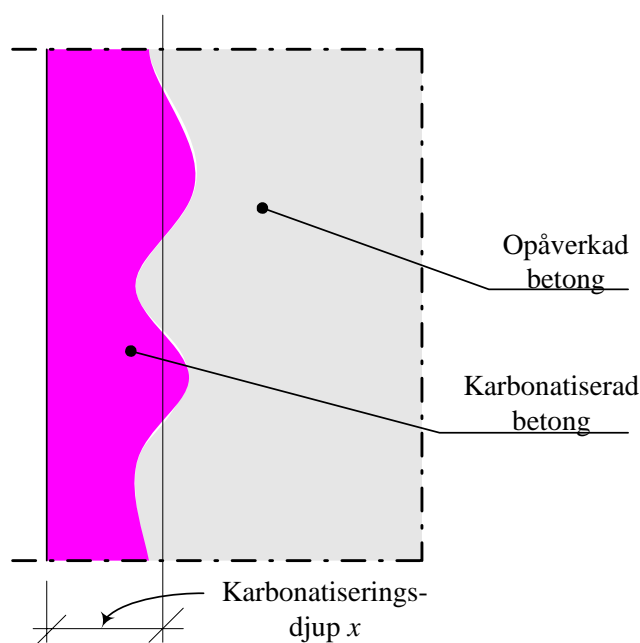
Det är inte bara yttre vatten som kan skada betongen eftersom en betongkonstruktion från början alltid innehåller en viss mängd vatten i form av porvatten. Även detta vatten kan innehålla salt och andra kemiska ämnen. Om nu konstruktionen utsätts för nedfrysning och upptining sker olika fysikaliska och kemiska reaktioner i betongen som inte är helt lätta att kartlägga. Man kan drastiskt minska risken för skador på grund av frostnedbrytning genom att tillsätta luftporer i betongen och genom att ha en tät betong. Vid inspektion noteras frostnedbrytning oftast som vittring.

Den kemiska nedbrytningen av betong kan vara av olika skilda slag beroende på cementtyp, ballastens kemiska sammansättning och betongens innehåll av olika kemiska ämnen i övrigt. Följande kemiska fenomen är vanligast:

- Karbonatisering
- Kloridinträngning
- Alkali-ballastreaktioner

- Sulfat- och andra saltangrepp.
- Urlakning
- Igenfyllning av luftporer.

Karbonatisering innebär att kalciumhydroxiden i betongen under inverkan av inträngande koldioxid omvandlas till kalciumkarbonat. Färsk betong har korrosionsskyddande egenskaper på armering av stål på grund av dess höga pH-värde. När betongen åldras (karbonatiseras) sjunker pH-värdet och betongens förmåga att skydda armeringen minskar drastiskt när karbonatiseringsfronten har nått in till armeringen. Karbonatiseringen sker inte jämnt över tvärsnittet varför ett medelvärde måste beräknas, se **Figur 3.4**.



Figur 3.4 Inträngningsdjupet för karbonatisering mäts med kemisk metod på urborrade prover, *Silfverbrand & Sundquist (2001)*.

Kloridinträngning i betong påverkar inte betongen i sig negativt men kan orsaka eller bidra till att armeringen korroderar. Armeringskorrosion är den viktigaste parametern vid studium av nedbrytning av armerade betongkonstruktioner.

Ingjutet stål kan börja korrodera först när omgivande betong är karbonatiserad eller innehåller klorider. Därför är det viktigt för en betongkonstruktions livslängd att betongkvaliteten är hög och att det täckande betongskiktet över det ingjutna armeringsstålet är tillräckligt tjockt.

Frostsprängning av betong innebär oftast inte så stora sektionsförluster att bärförmågan minskar speciellt mycket. Däremot innebär ju frostsprängning att täcksiktet minskar eller försvinner så att armeringen blottläggs och kan börja korrodera. Korrosionsprodukterna har betydligt större volym än stålet vilket leder till ytterligare sprängning av betongen. Fukt och klorider utifrån trängar in i sprickorna, vilket medför att miljön blir ytterligare korrosionsvänlig och så är angreppet i gång.

Vanligtvis sker angreppen i samverkan med varandra och också i kombination med inverkan av funktionsbetingad nedbrytning.

I normerna finns miljö- eller exponeringsklasser för betongkonstruktioner och man kopplar dessa klasser till krav på betongkvalitet, täcksikt, krav på maximala sprickbredder o s v. Det är viktigt för en konstruktör att välja konstruktionslösningar och utformningar som på bästa sätt skyddar anläggningarna mot miljöbetingade nedbrytningsfenomen.

3.4 Stålets nedbrytning

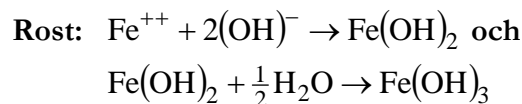
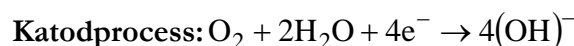
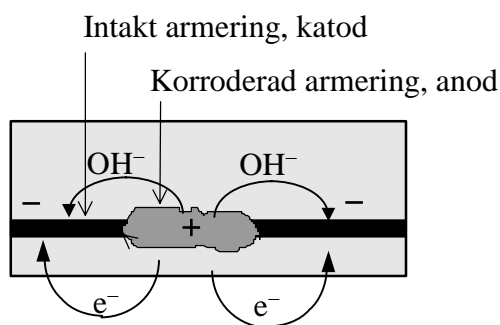
3.4.1 Funktionsbetingad nedbrytning

Funktionsbetingad nedbrytning av stål handlar om olika brottfenomen kopplade till laster såsom utmattning och sprödbrott. Utmattning är den viktigaste funktionsbetingade nedbrytningsmekanismen och orsakas av ständigt upprepade varierande laster. Utmattningen visar sig i form av sprickor som långsamt växer med antalet lastväxlingar. Utmattningen kan hållas under kontroll genom inspektions- och mättingsinsatser under förutsättning att konstruktionen är dimensionerad för att tillåta sprickor i inspekterbar omfattning.

Sprödbrott kan uppträda vid plötsliga lasttoppar och då särskilt vid låga temperaturer.

3.4.2 Miljöbetingad nedbrytning

Den vanligaste nedbrytningen av järn och stål är korrosion (rost). Korrosion är en elektrokemisk process som kräver tillgång till vatten och syre, vilket innebär att en metall i ett medium oxiderar på ett ställe samtidigt som ett annat ämne i samma medium och metall reduceras. Det bildas olika områden, anod- och katodområde, på metallen med olika potentialer. Vid anodområdet oxideras metallen och vid katodområdet reduceras syre, se **Figur 3.5**.



Figur 3.5 Korrosion som elektrokemisk process, *Silfverbrand & Sundquist (2001)*.

I luft sker praktiskt taget ingen korrosion under 60 % relativ fuktighet. Därför rostar inte stål inomhus i torra lokaler. Korrosionen ökar med ökande fukthalt och med ökande halt av förore-

ningar. T ex kan närvaro av svaveldioxid och klorider medföra en mångdubbling av korrosionsfarten.

Korrosionen avtar vid minskande temperatur och i ren atmosfär sker praktiskt taget ingen korrosion under 0°C. Men om det på metallytan finns salter och föroreningar så kan korrosionen pågå ned till några minusgrader.

3.5 Sammanfattning av faktorer som påverkar beständigheten för konstbyggnader

Sammanfattningsvis gäller att de viktigaste faktorer, som påverkar konstbyggnaders beständighet är:

- Klimat
- Geologiska och geotekniska förhållanden.
- Grundläggningens och underbyggnadens konstruktion.
- Överbyggnadens konstruktion.
- Trafikbelastningen d v s laster, fordonens fart och trafikmängd.
- Trafikens struktur d v s andelen tunga fordon och dessas typ.
- Tösaltning

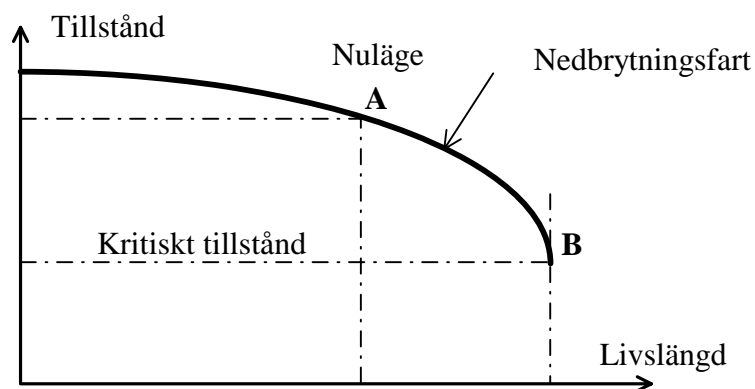
En mycket viktig aspekt som beror på klimat och trafikbelastning är snöröjning som såväl fysiskt som kemiskt påverkar konstruktionerna. Eftersom inverkan av dessa faktorer uppvisar en stor spridning mellan olika vägar medför detta en stor variation av behov av underhållsinsatser.

3.6 Förändring av egenskaper

Alla material förändras med tiden dels på grund av materialens inneboende tillståndsförändringsprocess, dels av yttre påverkan i form av funktions- och miljöbetingad nedbrytning. De flesta material som t ex stål förändras inte med tiden om de inte påverkas utifrån. Men ett mycket viktigt undantag utgör betong i vilken kemiska processer fortgår under hela dess livscykel. Särskilt betong med grovkornigt cement som bindemedel ökar sin hållfasthet med tiden och en fördubbling av hållfastheten under en period av 20 år - 40 år är ingen ovanlighet innan betongen har ”växt färdigt” hållfasthetsmässigt.

När det gäller bedömning av återstående livslängd och val av eventuell reparationsåtgärd är det viktigt att definiera den eller de nedbrytningsmekanismer som verkat på konstruktionen. Man måste kunna göra en tillförlitlig tillståndsbedömning för att kunna bestämma nedbrytningsmekanismen och dess fart.

Principen för hur en livslängdsmodell för en betongkonstruktion visas i **Figur 3.6**.



Figur 3.6 Schematisk figur som beskriver nedbrytningen av en betongkonstruktion, Silfverbrand & Sundquist (2001).

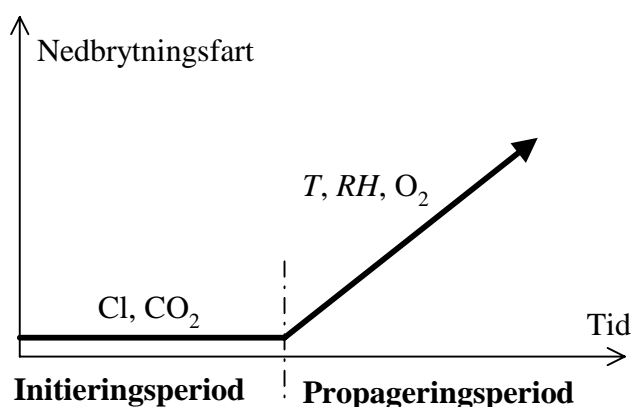
Eftersom en betongkonstruktions nedbrytning varierar över tiden ställs man inför två svåra frågor. Först ska man bedöma tillståndet vid A och sedan ska man på grundval av detta bedöma den återstående livslängden till den kritiska vid B. Det är komplicerat att bestämma tillståndet A och mycket komplicerat att bestämma kvarvarande livslängd från nivån A till B eftersom nedbrytningsfarten inte är konstant och ofta okänd.

3.6.1 Livslängdsmodeller för armeringskorrosion

Vad är ett kritiskt tillstånd för en betongkonstruktion? En konservativ bedömning är att livslängden hos en armerad betongkonstruktion är slut när:

- Karbonatiseringsfronten nått fram till armeringen och/eller,
- kloridtröskelvärdet hade uppnåtts.

Ovan beskrivna definition innebär att livslängden anses vara uppnådd när initieringsperioden är slut, se **Figur 3.7**.

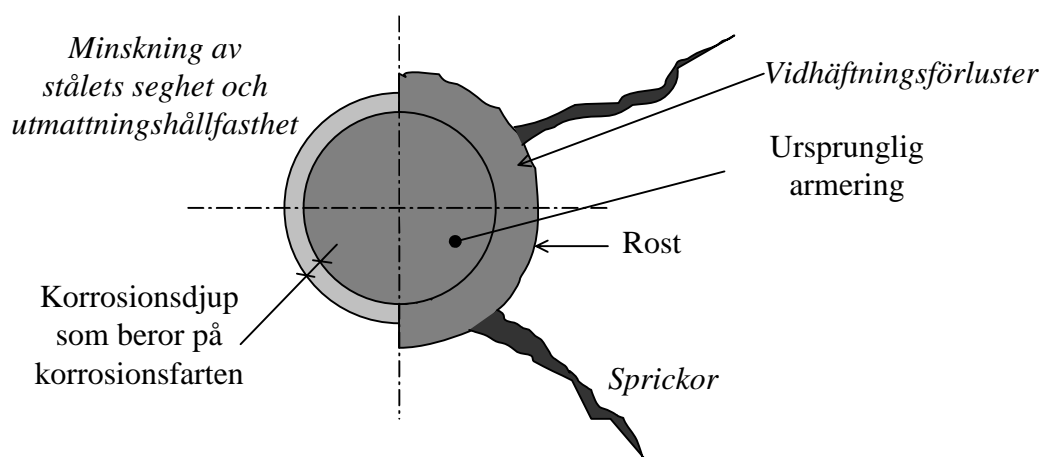


Figur 3.7 Schematisk skiss på initierings- och propageringsperioden i en armerad betongkonstruktion, efter Tuutti (1982).

Under initieringsperioden sker ingen korrosion men klorider (Cl) och koldioxid (CO₂) anrikas i täcksiktet. Denna konservativa bedömning har inneburit att många betongkonstruktioner dömts ut även om många år av den funktionella livslängden i verkligheten har funnits kvar. Nu finns det mycket data för korrosionsfarten i befintliga betongkonstruktioner, vilket visar att konstruktionens livslängd inte är slut bara för att korrosion har initierats på armeringen.

Betongkonstruktionens verkliga livslängd bör inkludera en viss korrosion som fortskridit. Klorid-initierad korrosion startar när kloridkoncentrationen blir så hög (kloridtröskelvärde) att betongens alkalitet inte längre orkar passivera stålet. Man kan säga att initieringsperioden är slut när kloridtröskelvärdet har uppnåtts och korrosionsperioden börjar.

Nedbrytningsfarten i propageringsperioden beror på temperaturen (T), den relativa fuktigheten (RH) och tillgången på fritt syre (O₂). Det är nödvändigt att använda årliga medel- eller maxvärden för korrosionsfarten, för att vara på den säkra sidan, när man bedömer nedbrytningen av en konstruktion där korrosion redan pågår. När representativa värden uppmätts kan man bedöma möjliga konsekvenser i konstruktionen, se **Figur 3.8**.



Figur 3.8 *Exempel på konsekvenser av armeringskorrosion. Beroende faktorer anges i figuren med kursiv text, Pettersson (1996).*

Följande tillstånd hos betongkonstruktioner diskuteras för närvarande som definitioner för vad som ska anses begränsa livslängden:

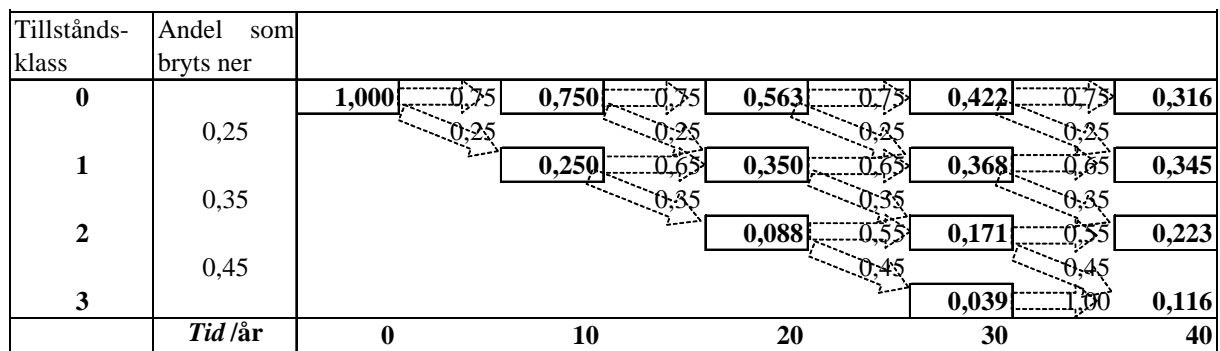
- Armeringen har rostet så pass mycket att täcksiktet börjat sprängas bort.
- Korrosionsprodukter tränger ut ur konstruktionen och ger ett dåligt intryck både ur estetisk och funktionell synpunkt.
- Första synliga sprickan orsakad av korrosion har uppkommit.
- Armeringsarean har reducerats med t ex 20 %.

3.6.2 Statistiska modeller

I många fall kan man behandla nedbrytning med statistiska metoder. Man tänker sig då att det finns en stor population av delar och att det finns risk för att en viss andel av dessa delar når ett visst nedbrytningstillstånd under en viss studerad tidsperiod. Av de kvarvarande delarna når en

viss andel av dessa ett visst nedbrytningstillstånd under nästa tidsperiod o s v. Detta synsätt bygger på att felfunktionerna är oberoende av varandra och slutresultatet av ett sådant synsätt kan sammanfattas i s k Markov-kedjor. Enligt *Markov et al (1993)* försöker man besvara frågan när det är mest optimalt att göra en åtgärd.

Som exempel kan antas att vid tidsperiodens början har vi $X \text{ m}^2$ broarea i högsta tillståndsklass (TK0) och att p_1 % av denna area bryts ner till tillståndsklass (TK1) under en tioårsperiod. Under nästa 10-årsperiod bryts p_2 % av den area som hamnat i tillståndsklass (TK1) ner till tillståndsklass (TK2). Under samma tidsperiod bryts p_1 % av den kvarvarande arean $(1 - p_1/100) \text{ m}^2$ i tillståndsklass (TK0) ner till klass (TK1) o s v. Det hela kan sammanfattas i nedanstående **Figur 3.9**, där vi satt $p_1 = 25$ %, $p_2 = 35$ % och $p_3 = 45$ %.



Figur 3.9 Exempel på Markov-kedja, i princip efter *Racutanu (2000)*.

Av exemplet ovan framgår att med de gjorda antagandena hamnar 3,9 % av broarean i tillståndsklass (TK3) efter 30 år och om dessa inte repareras blir det 11,6 % av arean som måste repareras efter 40 år.

Detta exempel belyser också vikten av förebyggande underhåll, d v s att man vill att delarna ska stanna så länge som möjligt i tillståndsklasserna TK0, TK1 och TK2 innan de når TK3.

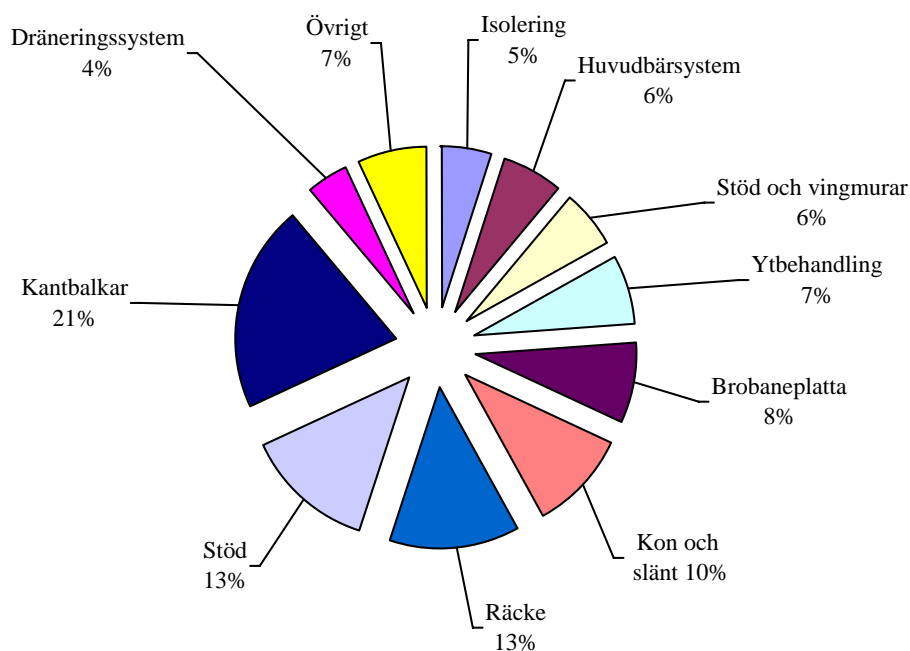
Enligt *Ansell (2001)* är det många antaganden som måste vara giltiga för att en modell av detta slag ska vara relevant. De två viktigaste antagandena är att nedbrytningen av de olika delarna är oberoende och att det måste vara känt med vilken fart nedbrytningen i de olika skedena sker. Eftersom nedbrytningen är mycket svårbedömd får man nog se användningen av Markov-kedjor för nedbrytning av brokonstruktioner mer som teoretiska modeller än som användbara redskap. Möjligtvis kan man, baserat på underlag för hela bestånd av brokonstruktioner, använda Markov-kedjor för bedömningar av reparationsbehov.

3.7 Genomgång av skador på olika konstruktionsdelar till broar

3.7.1 Allmänt

Det gäller att skaffa sig en överblick och göra en rätt prioritering av insatserna för att klara ett effektivt och väl fungerande underhåll. Ett aktivt underhåll bygger på att man kan läsa skadorna innan de har uppstått och att åtgärder sätts in i ett tidigt skede.

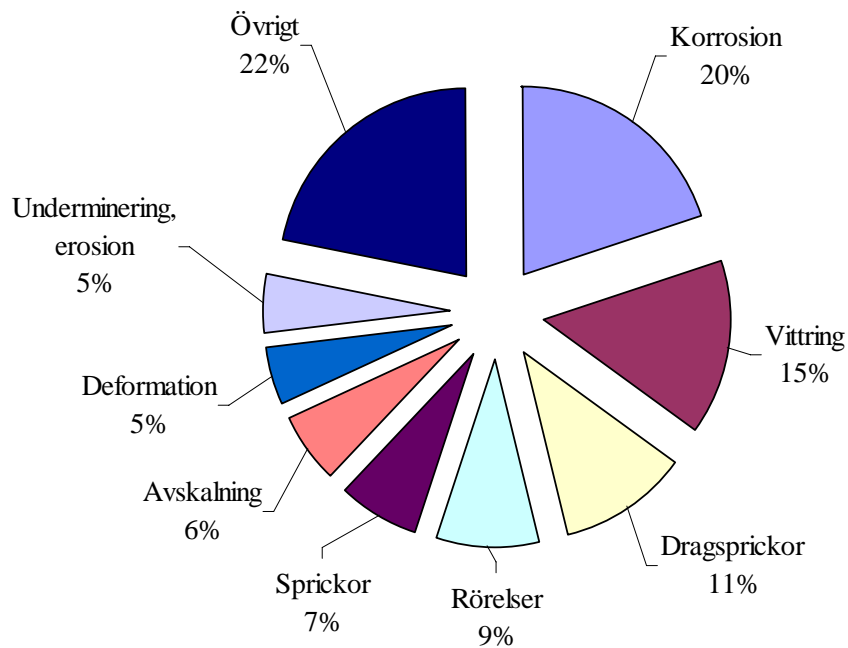
Fördelning av olika skadetyper i ett urval av broar har undersökts av bl a *Racutanu (2000)*. De vanligaste skadade broelementen för små och medelstora betongbroar i undersökningen bestående av 353 broar visas i **Figur 3.10**.



Figur 3.10 *Fördelning av skadade element i en population bestående av 353 betongbroar, Racutanu (2000).*

Av figuren ovan framgår att de fem vanligaste skadade elementen är kantbalkar, stöd, räcke, kon och slänt samt brobanepatta. Dessa står för 65 % av de skadade elementen.

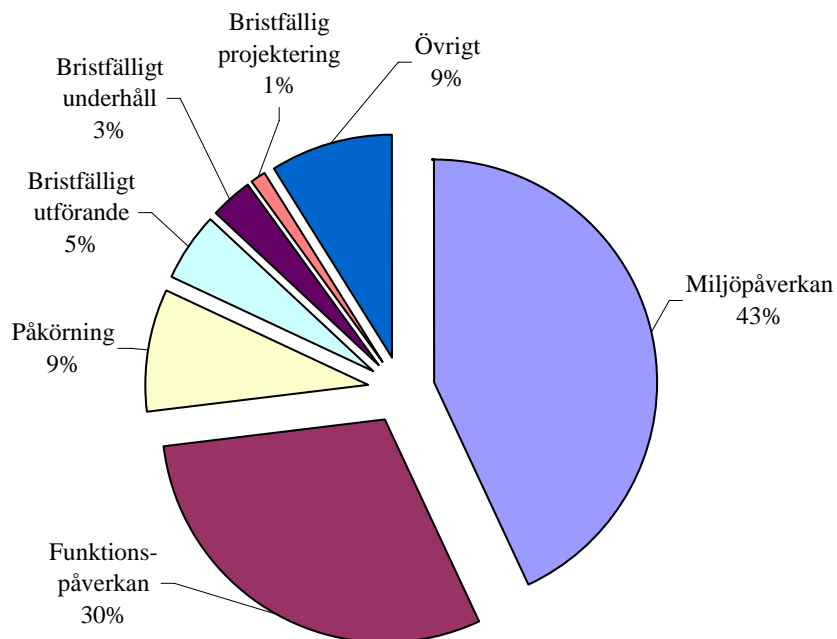
Vilken typ av skador det handlar om visas i **Figur 3.11**.



Figur 3.11 Skadetyper i en population av 353 betongbroar och 2165 skadeanmärkningar enligt Racutanu (2000).

Av figuren ovan framgår att de fem vanligaste skadetyperna är korrosion, vittring, dragsprickor, rörelser och sprickor. Dessa står för 62 % av de skadetyperna.

De angivna orsakerna till skadorna enligt protokoll upprättade av besiktningsmännen visas i **Figur 3.12**.



Figur 3.12 Orsaker till skador på betongbroar enligt en undersökning på 353 broar och 2165 rapporterade skador enligt Racutanu (2000).

Av figuren ovan framgår att de fem vanligaste orsakerna till skador på betongbroar är miljöpåverkan, funktionspåverkan, påkörning, bristfälligt utförande och bristfälligt underhåll. Dessa står för 90 % av orsakerna till skadorna.

Av undersökningen framgår att miljöpåverkan och funktionspåverkan har en avgörande betydelse för en broar beständighet. Det är överbyggnaderna som brobanor och kantbalkar samt stöd, slänt och kon som är de mest utsatta.

Normalt sett finns det inte tillräckliga anslag för att reparera och iståndsätta alla broar inom en region eller ett område. Prioriteringar måste till och i första hand gälla det att reparera sådana skador som kan leda till olyckor eller försämra trafiksäkerheten. I andra hand gäller det att åtgärda skador som om de inte åtgärdas leder till kostsamma följskador.

Genom att prioritera väl kan man undvika stora merkostnader för eftersatt underhåll senare. Genom att studera de skador som är vanligast och allvarligast så får man också mycket viktig information om hur broarna bör konstrueras och utformas i framtiden.

3.7.2 Broarnas livslängder i Vägverkets region Mälardalen

Föret konstruerades och byggdes betongbroar för en teknisk livslängd av 80 år och stålbroar (rörbroar) för 40 år. Idag byggs betongbroar med en förväntad livslängd av 120 år och rörbroar 80 år.

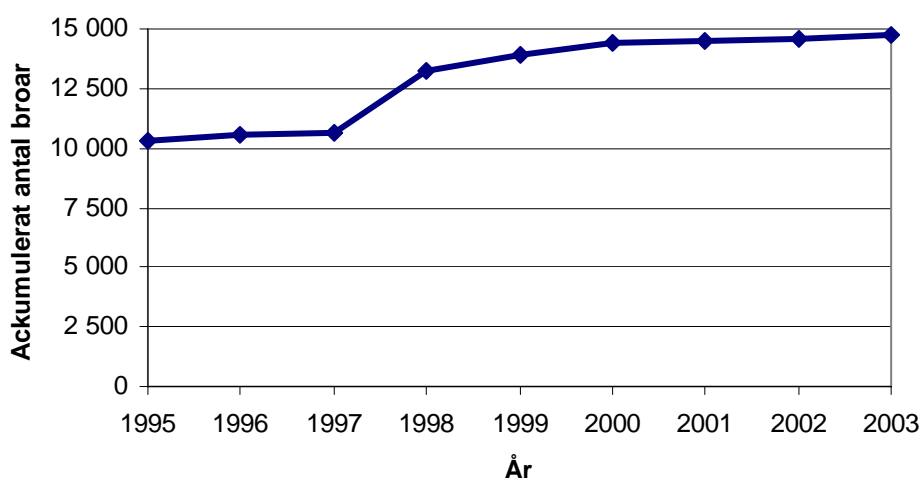
Enligt kommunikation med VMNs George Chamoun rivs gamla betongbroar med dålig betongkvalitet efter ca 70 år och rörbroar efter ca 40 år. Dessa ersätts med nya broar. För att förlänga livslängden på befintliga betongbroar utförs täckskiktökning ungefär vart 35:e år och befintliga rörbroar betongsprutas invändigt ungefär vart 20:e år. Broarnas beläggning byts ungefär vart 15:e år och isoleringen efter ca 30 år. Kantbalkarnas livslängd är ca 30 år. På högratifierade vägnät, där det saltas mycket på vintern, byts kantbalkarna oftare, kanske vart 25:e år.

4. VÄGVERKETS FÖRVALTNING AV BROAR PÅ DET ALLMÄNNA VÄGNÄTET

4.1 Inledning

Broar i Sverige kan ägas och förvaltas av såväl juridiska som privata personer. De allra flesta broarna förvaltas av myndigheter och kommuner, men på skogsvägar och mindre privata vägar finns många mindre broar. Vägverket har och har haft ett starkt inflytande på utformning av regler och system för broförvaltning. Vägverket har också givit ut ett antal skrifter som beskriver systemet och dess praktiska applicering.

Vägverket förvaltar idag ca 15 000 broar, se **Figur 4.1**, Banverket ca 4 000 broar och kommuner ca 10 000 broar.



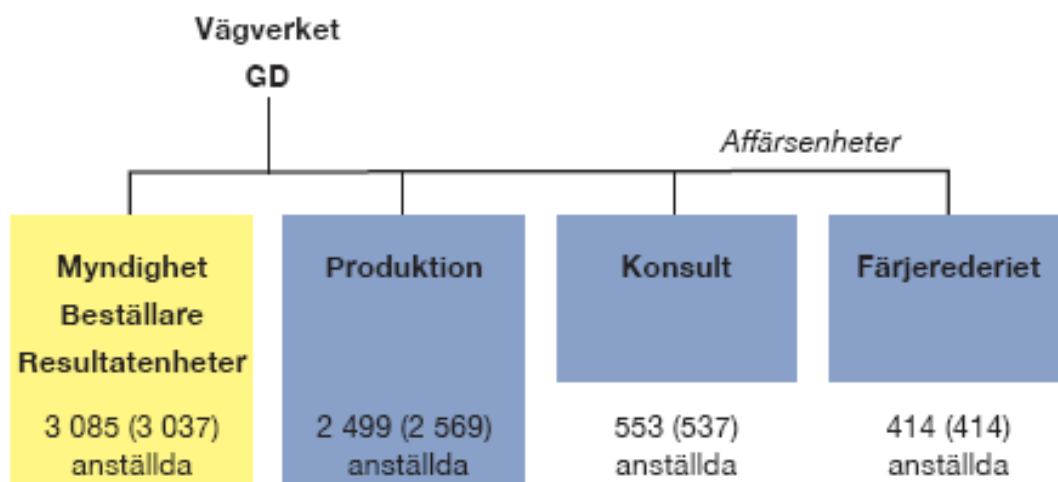
Figur 4.1 *Akkumulerat antal broar i Sverige som är förvaltade av Vägverket 1995-2003, källa SCB.*

Av ovanstående figur framgår att antalet broar i Sverige ökar med några hundra varje år. Den stora ökningen från 1997 till 1998 förklaras med att Vägverket ändrade sin definition på bro från en minsta spännvidd på 3 m ner till 2 m. Detta innebär att många små rörbroar av stål, de flesta byggda 1960-80, blev klassade som broar.

4.2 Vägverkets organisation för drift och underhåll

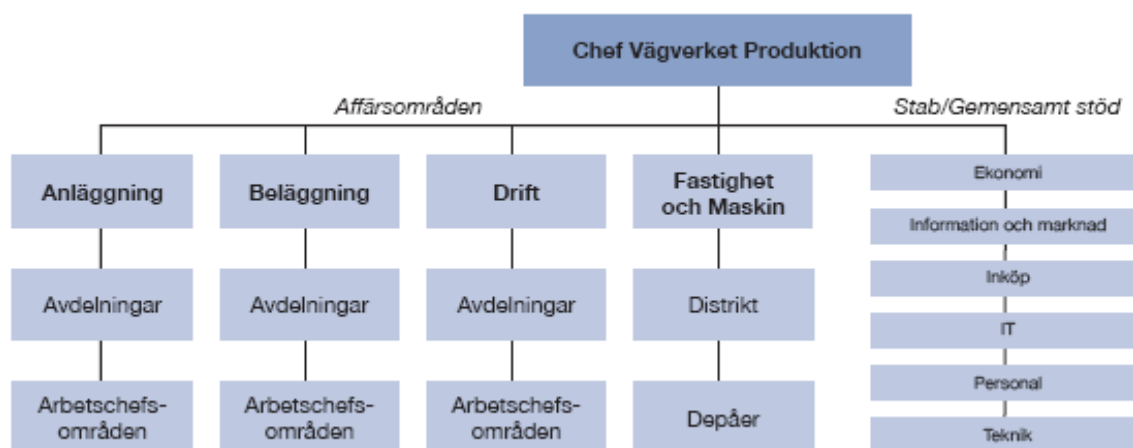
4.2.1 Organisation

I **Figur 4.2** visas Vägverkets nuvarande organisation schematiskt. Vägverkets styrs av en generaldirektör (GD). Huvudkontoret har ansvaret för den övergripande planeringen och uppbyggnad och vidmakthållande av de databaser som används för styrning av arbetet. Ansvar för normer, standarder o s v ligger också på huvudkontoret. Drift och underhåll sköts av respektive region.



Figur 4.2 Vägverkets organisation i Sverige 2004, Vägverket Produktions årsredovisning 2004. Anm: Siffrorna inom parantes är 2003 års värden.

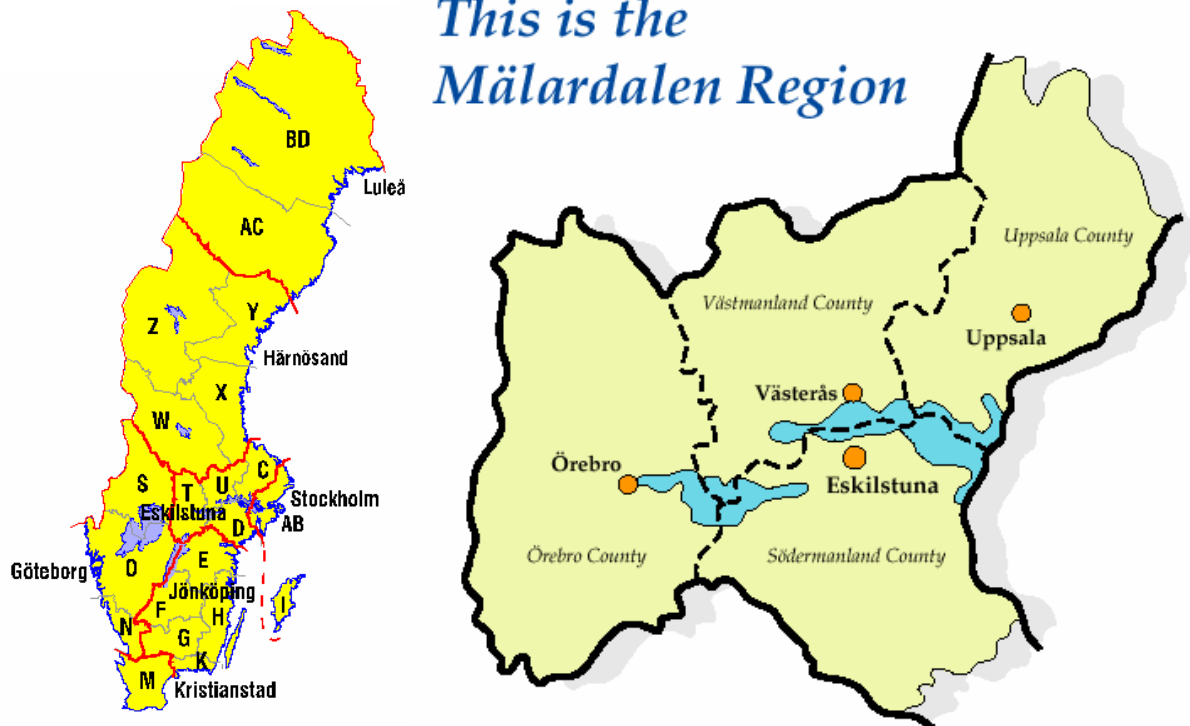
Enligt ovanstående figur utgör Vägverket Produktion en del av Vägverket. Vägverket Produktions egna organisation framgår av **Figur 4.3**.



Figur 4.3 Vägverket Produktions organisation i Sverige 2004, Vägverket Produktions årsredovisning 2004.

Hur Vägverket som beställare har delat in Sverige geografiskt och i vilken stad regionkontoren är förlagda framgår av **Figur 4.4**.

This is the Mälardalen Region



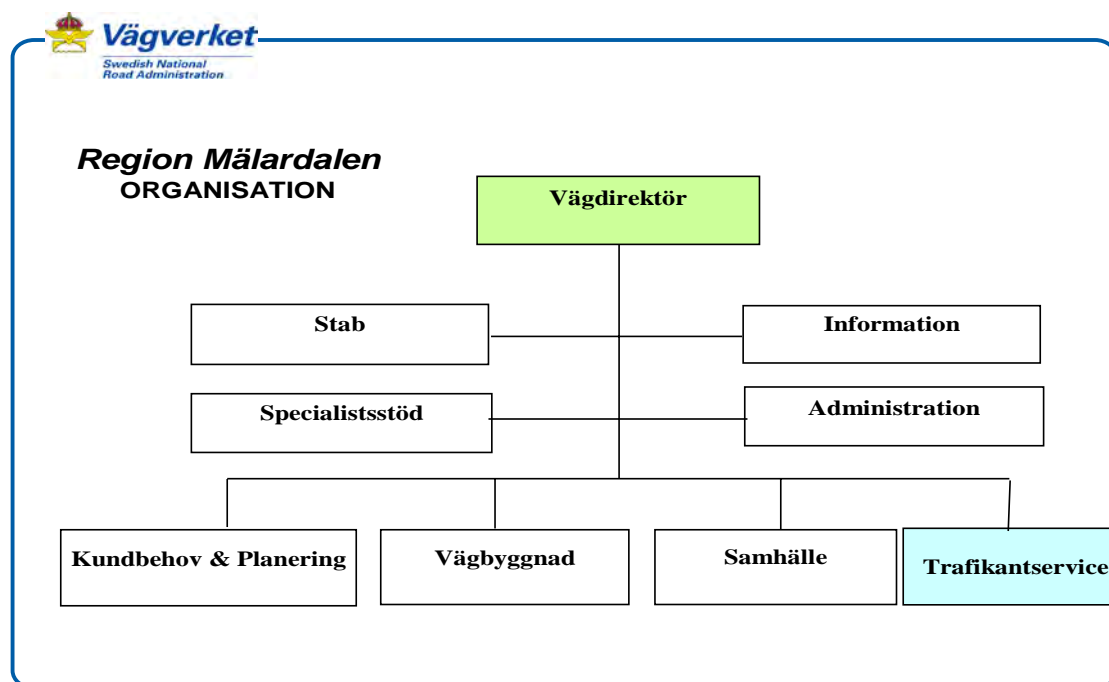
Figur 4.4 Figuren till vänster visar Vägverkets geografiska indelning av de regionala ansvarsområdena och i vilken stad regionkontoren är förlagda. Figuren till höger visar Vägverket region Mälardalen (VMN) som har sitt regionkontor i Eskilstuna. Bokstavsförkortning för de olika länen anges också, källa VMN.

Hur Vägverkets broar fördelar sig på de olika väghållningsdistrikten framgår av **Tabell 4.1**.

Väghållare	Antal		Broarea/m ²		Area för medelbron/m ²	
	Broar > 3,0 m	2m<Broar<3m	Broar > 3,0 m	2m<Broar<3m	Broar > 3,0 m	2m<Broar<3m
VN (Norr)	1 735	196	400 810	9 704	231	50
VM (Mitt)	2 342	716	709 676	39 761	303	56
VST (Stockholm)	851	130	585 317	7 712	688	59
VVÄ (Väst)	2 751	581	904 425	35 714	329	61
VMN (Mälardalen)	1 511	277	432 661	14 548	286	53
VSÖ (Sydöst)	2 018	471	450 990	28 707	223	61
VSK (Skåne)	979	239	263 707	13 695	269	57
Summa	12 187	2 610	3 747 586	149 841	308	57
Totalsumma		14 797		3 897 427		263

Tabell 4.1 Vägverkets broar uppdelade på de olika väghållningsdistrikten per 2003-12, se Figur 4.4. I tabellen visas broar med spännvidd > 3 m för sig och broar mellan 2 och 3 m för sig, källa Vägverket.

Vägverket region Mälardalens (VMN) organisation framgår av **Figur 4.5**.



Figur 4.5 Vägverkets region Mälardalens organisation 2004, källa VMN.

Trafikantservice är i sin tur uppdelat i två sektioner en för Vägar och Broar och en för Trafik och Beläggning. På sektionen för Väg och Broar finns det fyra personer som har ansvar för var sitt län när det gäller att handla upp brounderhåll. George Chamoun är ansvarig för Uppsala län.

4.2.2 Systematiska tillståndsbedömningar

För att kunna ha en överblick över alla broar så måste man ha ett system som hanterar alla brodata. Detta blev tydliggjort av två stora satsningar som Vägverket gjort under de senaste 15-20 åren.

Den första satsningen skedde i början av 1980-talet då särskilda inspektioner av brobaneplattorna genomfördes på broar byggda före 1965, ungefär 55 % av det statliga brobeståndet omfattades. Tidigare inspektioner hade dessförinnan indikerat begynnande problem med betongskador under isoleringarna på dessa broar, eftersom man inte hade börjat använda luftinblandning i betongen för att få en bättre saltfrostbeständighet. Dessa särskilda inspektioner ledde till ett åtgärdsprogram för omisolering av brobaneplattorna och betongreparationer där det behövdes.

Den andra stora satsningen var det tioåriga bärighetsprogram som riksdagen beslutade om år 1987. De viktigaste vägarna skulle åtgärdas för att medge högre EU-anpassade axel- och boggi vikter, inklusive höjning av den maximala bruttovikten till 60 ton. Bärighetsutredningar genomfördes för samtliga broar byggda efter äldre lastbestämmelser än 1947 års, ca 30 % av det statliga brobeståndet omfattades. Bärighetsutredningarna låg sedan till grund för den efterföljande projekteringen av eventuella förstärknings- eller ombyggnadsåtgärder.

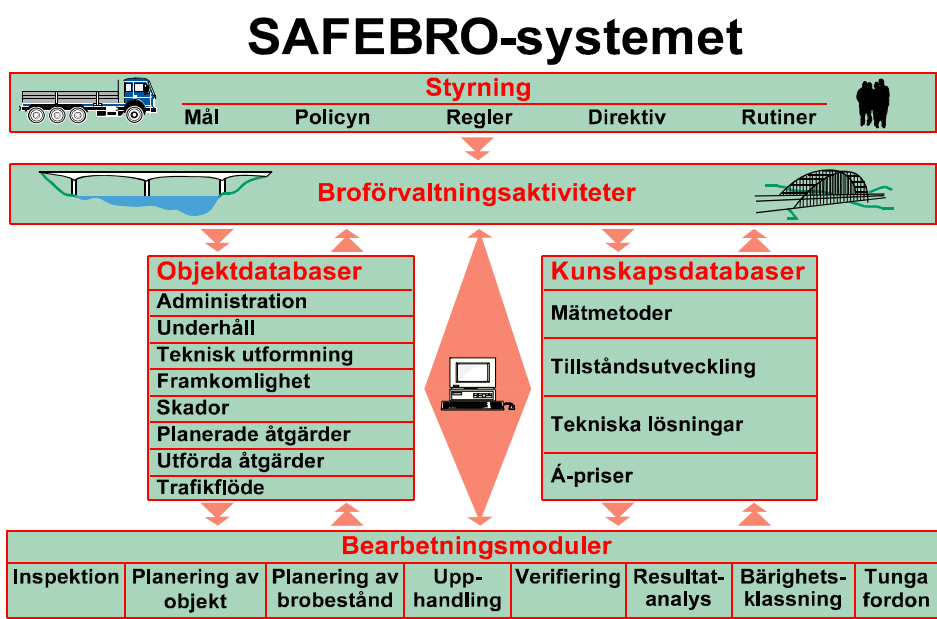
Efter dessa stora satsningar befinner sig Vägverkets brobestånd nu i ett relativt gott skick. Det är ett av Europas äldsta brobestånd och kräver ett bra underhåll.

Samhället ställer krav på en effektiv användning av Vägverkets anslag. Därför är det av stor vikt att valda strategier och åtgärder är optimala ur medborgarnas synvinkel. Det existerande brobeståndet representerar ett stort kapitalvärde som måste förvaltas på ett effektivt sätt.

4.3 Förvaltningssystemet SAFEBRO

I början av 1990-talet beslutade Vägverket att utveckla ett broförvaltningssystem för sitt brobestånd. Systemet fick namnet SAFEBRO (SäkrA, Funktionella och Ekonomiska BROar), och skulle vara ett hjälpmedel att genomföra och organisera broförvaltningens aktiviteter genom att tillhandahålla en strukturerad och uppdaterad information om broarna.

SAFEBRO är ett IT-baserat system uppbyggt av komponenterna styrmedel, processer/aktiviteter, objekt-databaser, kunskapsdatabaser och bearbetningsmoduler, se **Figur 4.6**.



Figur 4.6 SAFEBRO-systemets uppbyggnad, Lindblad (2002).

SAFEBRO kan användas av beslutsfattare på både strategisk och operativ nivå, planerare, inspektörer, projektörer, upphandlare med flera. Eftersom systemet tillhandahåller underlag på såväl objekt- som vägnätetsnivån skapar det förutsättningar för optimala beslut och åtgärder i enlighet med Vägverkets kort- och långsiktiga mål för sitt brobestånd.

Nedan beskrivs översiktligt styrning, broförvaltningsaktiviteter, objektdatabaser, kunskapsdatabaser och bearbetningsmoduler i SAFEBRO-systemet.

4.3.1 Styrning

I broförvaltningsverksamheten kan SAFE BRO betraktas som ett slags styrsystem tillsammans med Vägverkets mål, policyn, regler, direktiv, beskrivningar och rutiner. Det finns bland annat allmänna tekniska beskrivningar, t ex ATB Bro 2002, *Vägverket (2002a)* för nybyggnad och förbättring och ATB Brounderhåll 2002, *Vägverket (2002b)*.

4.3.2 Broförvaltningsaktiviteter

Broförvaltning består av hela kedjan från det att broförbindelsen skapas till dess att den stängs. För att en broförvaltningsprocess ska fungera på ett optimalt sätt måste de olika aktiviteterna och sambanden dem emellan vara noggrant analyserade och strukturerade i en verksamhetsanalys. Denna analys dokumenteras lämpligen i modeller för att underlätta uppbyggnaden av organisation och utveckling av informationsstöd för verksamheten.

4.3.3 Objektdatabaser

Objektdatabasen innehåller uppgifter om det statliga vägnätets ca 15 000 broar. Exempel på information ges i **Tabell 4.2**.

Administration	Bronamn, ägare, förvaltare och belägenhet på vägnätet.
Underhåll	Objektspecifika beskrivningar för broars drift, underhåll och inspektion.
Ritningar	Innehåll, format, mikrofilmnummer för ca 150 000 ritningar.
Teknisk utformning	Statiskt system, byggnadsmaterial, spännvidder, broarea, grundläggningssätt samt typ av övergångskonstruktion och räcken.
Framkomlighet	Tillåten axel- och boggilast samt fri bredd.
Skador	Typer, orsaker, mätvärden och tillståndsklasser samt förslag till lämpliga åtgärder för bristerna.
Planerade åtgärder	Typ, aktivitet, konstruktionselement/del, kostnad och tidpunkter för planerade åtgärder för broarna.
Utförda åtgärder	Typ, aktivitet, konstruktionsdel, kostnad, tidpunkt och slutrapport för utförda åtgärder.

Tabell 4.2 Exempel på information i objektdatabaserna, Lindblad (2002).

För närvarande pågår ett arbete som syftar till att samtliga dokument, konstruktionsritningar med tillhörande handlingar, slutrapporter, utredningar, skriftväxling m m, ska göras tillgängliga digitalt. År 1999 togs ett första steg i och med att digitala bilder kunde knytas till en bro och en skada. En digitalisering av samtliga ca 150 000 befintliga relationsritningar för broar påbörjades under 2002 och beräknas vara klar under de närmsta åren.

4.3.4 Kunskapsdatabaser

Det ställs höga kvalitetskrav på den information som tillhandahålls i ett broförvaltningssystem, eftersom bristfällig information kan få mycket negativa konsekvenser för säkerheten, funktionen och ekonomin. Personal som ansvarar för uppgifterna måste ha tillgång till effektiva hjälpmedel så att krav på entydighet, noggrannhet och innehåll uppfylls. Inom SAFE BRO utgörs dessa hjälpmedel bland annat av kunskapsdatabaserna Mätmetoder, Tillståndsutveckling, Tekniska lösningar och å-priser. Se **Tabell 4.3**.

Mätmetoder	Innehåller metoder för mätning av skador och beskrivning av broars fysiska tillstånd. Mätvärden redovisas ofta som relativa tal. Till varje mätmetod finns ett gränsvärde som anger ett tillstånd vid vilket funktionen hos aktuellt konstruktionselement kan vara bristfällig.
Tillståndsutveckling	Är tänkt att vara ett hjälpmedel för inspektören att prognostisera skadeutvecklingen för olika element.
Tekniska lösningar	För ett antal vanligt förekommande åtgärdsaktiviteter och element finns lämpliga tekniska alternativa lösningar specificerade med tillhörande referensobjekt. Vid en upphandling av åtgärder för ett enskilt objekt ska grunden till en teknisk beskrivning kunna tas fram m h a databasen.
å-priser	Är en prislista för bland annat de ovan nämnda tekniska lösningarna. Prislistan används vid inspektionerna för att värdera in kostnaden för en åtgärd, till exempel ”betong-reparation 0-30 mm” med pris per m ² . Vid planeringen används listan som ett hjälpmedel för att få fram de totala åtgärdskostnaderna.

Tabell 4.3 *Exempel på information i kunskapsdatabaserna, Lindblad (2002).*

4.3.5 Bearbetningsmoduler

För att broförvaltningen ska kunna bedrivas effektivt erfordras att information i databaserna bearbetas och förädlas. SAFE BRO har moduler för Inspektion, Planering av objekt, Planering av brobestånd, Upphandling, Verifiering, Resultatanalys, Bärighetsklassning och Tunga fordon. Se **Tabell 4.4**.

Inspektion	Stöder inspektören vid mätning, värdering och registrering av skador. Tillämpningen tillhandahåller uppgifter om fysiskt och funktionellt tillstånd samt åtgärdsbehov för enskilda brister.
Planering av objekt	De i samband med inspektionerna föreslagna åtgärderna processas till en optimal strategi för bron. Alternativa åtgärdsstrategier studeras och nuvärdesberäknas m h a aktuell kalkylränta. Som huvudstrategi väljs det alternativ som har den lägsta nuvärdeskostnaden.
Planering av brobestånd	Huvudstrategin från objektplaneringen för en bro jämförs med en strategi som innebär lägre kostnader för väghållaren. Ger huvudstrategin tillräckligt hög marginalavkastning kvarstår denna vid prioriteringen. I annat fall blir den billigare lösningen huvudstrategi vid den efterföljande prioriteringen. Prioriteringen mellan de valda brostrategierna görs m h a lönsamhetstal (bruttonuvärdeskvoter).
Upphandling	Ger underlag till mängdförteckning och teknisk beskrivning för det enskilda objektet samt underlag till mängdförteckning för grundpaket drift.
Verifiering	Utförda åtgärder registreras löpande.
Resultatanalys	Tillhandahåller underlag för analyser av broarnas bärighet och underhållsbehov. Kan även följa upp inspektionsverksamheten samt planerade och nedlagda kostnader för åtgärder.
Bärighetsklassning	Om de funktionella bristerna som konstateras vid inspektionerna bedöms vara allvarliga kan man göra en ny beräkning av den befintliga bronns bärförmåga, vilket eventuellt kan leda till en ny bärighetsklassning för den aktuella bron.
Tunga fordon	Används som kontroll av framkomligheten för tunga transporter på broar.

Tabell 4.4 Exempel på information från bearbetningsmodulerna, Lindblad (2002).

För att en användare lättare ska kunna tillgodogöra sig all den information som finns samlad om broarna har SAFE BRO även en sökfunktion, Visual Net. Man kan ta ut uppgifter om enskilda broar eller om hela brobestånd.

4.4 Förvaltningen på objektnivå

4.4.1 Inspektion

De regelbundna inspektionerna av konstruktionerna är källan för nästan all den information som erfordras i förvaltningsprocessen, såväl på objekt- som vägnätsnivån. Vägverkets krav på inspektionerna framgår av "Handbok för broinspektion", *Vägverket (1994a)*, med bilagor.

Broarna ska inspekteras regelbundet och systematiskt för att trafikanternas krav på säkerhet och framkomlighet ska uppfyllas. Inspektionerna ska klargöra broarnas fysiska och funktionella till-

stånd. Inspektionerna ska också ge underlag för planering och genomförande av sådana åtgärder som erfordras för att säkerställa ställda krav på både kort och lång sikt. Omfattningen av förekommande skador ska anges i de kvantiteter som konstateras eller uppskattas vid inspektionstillfället.

Följande inspektionstyper förekommer, se **Tabell 4.5**.

Inspektionstyp	Syfte	Omfattning	Tidsintervall
Fortlöpande	Upptäcka akuta skador.	Brons översida samt anslutande vägbankar.	Kontinuerligt av underhållsentreprenör.
Översiktlig	Verifiering av egenskapskrav i underhållsentreprenad.	Inspektion av konstruktionsdelar med egenskapskrav.	Minst 1–2 gånger om året av underhållsentreprenör.
Allmän	Följa upp skador. Kontrollera att egenskapskraven är uppfyllda.	Samtliga konstruktionselement utom de i vatten.	Max 3 års intervall.
Huvudinspektion	Upptäcka och bedöma brister.	Samtliga konstruktionselement.	Max 6 års intervall.
Särskild	Undersöka konstaterade eller förmodade brister.	Enskilda konstruktionselement.	Vid behov.

Tabell 4.5 *Olika inspektionstyper för broar, "Handbok för broinspektion" Vägverket (1994a).*

Huvudinspektionen är den mest omfattande av de regelbundna inspektionerna. Den syftar till att upptäcka och bedöma sådana brister som kan påverka konstruktionens funktion eller trafiksäkerheten inom en tioårsperiod. Syftet är också att upptäcka sådana brister, som om de inte åtgärdas inom tioårsperioden, kan leda till förhöjda förvaltningskostnader. Man talar om fyra olika tillståndsklasser (TK), se **Tabell 4.6**.

Tillståndsklass (TK)	Inspektörens bedömning
0	Bristfällig funktion bortom 10 år
1	Bristfällig funktion inom 10 år
2	Bristfällig funktion inom 3 år
3	Bristfällig funktion vid inspektionstillfället

Tabell 4.6 *Bedömning av tillståndsklass enligt Vägverkets broförvaltningsystem.*

Idag använder Vägverket tillståndsklasserna som en indikator, d v s om en konstruktionsdel bedöms befinna sig i TK3 gör man i normalfallet ingen direkt åtgärd. I stället lägger man den konstruktionsdelen under bevakning och gör en utredning om när det är lämpligt att åtgärda skadan.

Vid huvudinspektionen försöker man också beskriva omfattningen av skadan och vilket arbete som krävs för att reparera den. Detta underlag ligger sedan till grund för beräkning av tillståndsparametern brist på kapitalvärde (BK), vilken behandlas mera ingående i avsnitt 4.5.3.

Huvudinspektioner ska genomföras med maximalt sex års tidsintervall. Vid huvudinspektionen ska samtliga konstruktionselement, även de i vatten, inspekteras.

I samband med huvudinspektionen utförs även erforderliga mätningar för att fastställa:

- Bottenprofiler
- Kloridhalt och karbonatisering i betong.
- Korrosion på armering.
- Sprickor i stålkonstruktion.

4.4.2 Planering

I anslutning till nästa steg i förvaltningsprocessen, planeringen på objektnivån, analyseras och bearbetas den information som samlats in vid inspektionerna. Planeringsarbetet görs normalt av regionernas broingenjörer som också har att beakta eventuella andra krav som finns på broförbindelsen, t ex krav på en högre bärighet.

Inom SAFE BRO finns utvecklat en särskild modul som stöd för denna planering på objektnivån. De vid inspektionerna konstaterade bristerna processas tillsammans med eventuella nya krav på bronns funktion till en optimal strategi för bron. Alternativa åtgärdsstrategier studeras och nuvärdesberäknas med en kalkylränta som för närvarande är 4 %. Som huvudstrategi väljs det alternativ som har lägsta nuvärdeskostnaden. Vid budgetrestriktioner erfordras alternativa strategier (suboptimering), med lägre väghållarkostnader men med högre totala kostnader för samhället jämfört med huvudstrategin, för att kunna prioritera objekten.

Vid planeringen beaktas väghållarkostnader och trafik kostnader med samma vikt.

4.4.3 Kravspecifikation

Det finns för närvarande två olika principer att utforma kravspecifikationer.

Den traditionella principen är att ange kraven på åtgärderna med hjälp av mer eller mindre detaljerade beskrivningar av de aktiviteter som ska utföras. Aktiviteter anges för de konstruktionselement som ska åtgärdas. Mängdförteckning och teknisk beskrivning upprättas för de aktuella konstruktionselementen. Underlaget för detta hämtas bland annat från de uppgifter som tagits fram vid planeringen på objektnivån och lagrats i brodatabasen i SAFE BRO.

Den andra principen är att i stället för krav på utföranden ange krav på egenskaper eller funktioner. Detta började tillämpas i Vägverket år 1994 då ett s k Grundpaket Drift för framför allt upphandling av drift- och löpande underhållsåtgärder formulerades. Syftet var att förbättra effektiviteten inom väghållningen genom att utöver funktionskrav införa fleråriga åtaganden för större geografiska områden (vägnät).

4.4.4 Upphandling av åtgärder och egenskaper

Vid större underhållsåtgärder, t ex utbyte av tätskikt och reparationer av brobaneplattor, utarbetar väghållaren (beställaren) detaljerade specifikationer baserade på information från genomförda inspektioner och objektplaneringar. Väghållaren utarbetar också en förteckning över omfattningen av de olika aktiviteter som ska utföras på de konstruktionselement som ska åtgärdas.

År 1994 introducerade Vägverket ett nytt koncept för att upphandla drift och löpande underhåll, Grundpaket Drift. Detta innebar ett paket av tjänster för rutinunderhåll, väglag och vägmiljö inom ett geografiskt avgränsat område (driftområde) med ett vägnät på 750 km - 1500 km. Kontraktstiden är idag normalt fem år med möjlighet till två års förlängning. Ersättningsformen är normalt fast pris med reglering enligt prissatt mängdförteckning. Beskrivningen av vägnätets tillstånd framgår av förfrågningsunderlaget och utgör grunden för entreprenörens åtagande.

Så långt som möjligt är kraven uttryckta i funktionella termer. Vägverket har utarbetat standardkrav för alla de tjänster som ingår i grundpaketet.

Brounderhållstjänsterna i grundpaketet utgörs av förebyggande och mindre korrigerande åtgärder, såsom rengöring, reparation av potthål i beläggningen och reparation av räcken. Kraven framgår av den allmänna tekniska beskrivningen för underhåll av broar ATB Brounderhåll 2002, *Vägverket (2002b)*. Väghållaren (beställaren) specificerar kraven för olika konstruktionselement i form av fysiska och funktionella tillstånd, vilka entreprenören ska upprätthålla under kontraktstiden. Väghållaren utför inga regelbundna inspektioner och inte heller några objektplaneringar för de krav som upphandlats. Dessa utförs i stället av entreprenören som också väljer produktionsmetoder och utrustning. Det finns vissa restriktioner för entreprenören, t ex måste valda material vara godtagna i gällande normer.

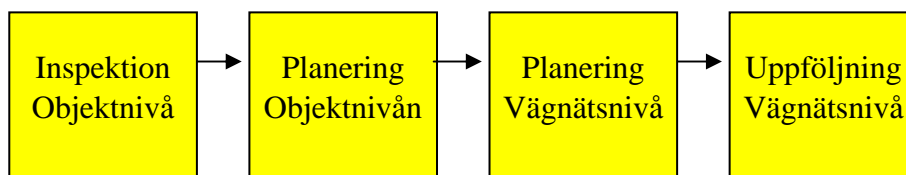
Entreprenören ansvarar under kontraktstiden att de gällande kraven är uppfyllda genom verifikationer. Verifieringen sker med intervall och metoder som framgår av överenskomna beskrivningar. Eventuella avvikelser från kraven ska också rapporteras till beställaren.

4.4.5 Genomförande och uppföljning

Inom SAFE BRO-systemet har utvecklats en modul som stöd för verifieringen och övrig rapportering från entreprenören.

4.5 Förvaltningen på vägnätets nivå

Planeringen och uppföljningen på vägnätets nivå är av strategisk karaktär, se **Figur 4.7**. Den avser ett helt brobestånd och baseras ofta på information från objektnivåns inspektioner och planeringar.



Figur 4.7 Förvaltningen på vägnätsnivå, Lindblad (2002).

4.5.1 Planering

Den planeringsfilosofi som utvecklats och nu tillämpas inom broförvaltningen i Vägverket kan sägas vara en kombination av de två principerna ”bottom up” och ”top down”, se **Figur 4.8**.

Aktivitet	Nivå	”Planeringsfilosofi”	
Optimering	Vägnät (Brobestånd)	”Top down” ↓	Lönsamhetsberäkningar enligt marginalnyttokostnadsmetoden baserade på av IT-systemet genererade optimala strategier.
Prioritering	Brobestånd	↑ ”Bottom up”	Lönsamhetsberäkningar enligt marginalnyttokostnadsmetoden baserade på av planeraren skapade optimala strategier.
Planering	Objekt	↑ ”Bottom up”	Val av optimal strategi m h a nuvärdesberäkningar av totala livstidskostnader och nyttor.

Figur 4.8 Vägverkets planeringsfilosofi, Lindblad (2002).

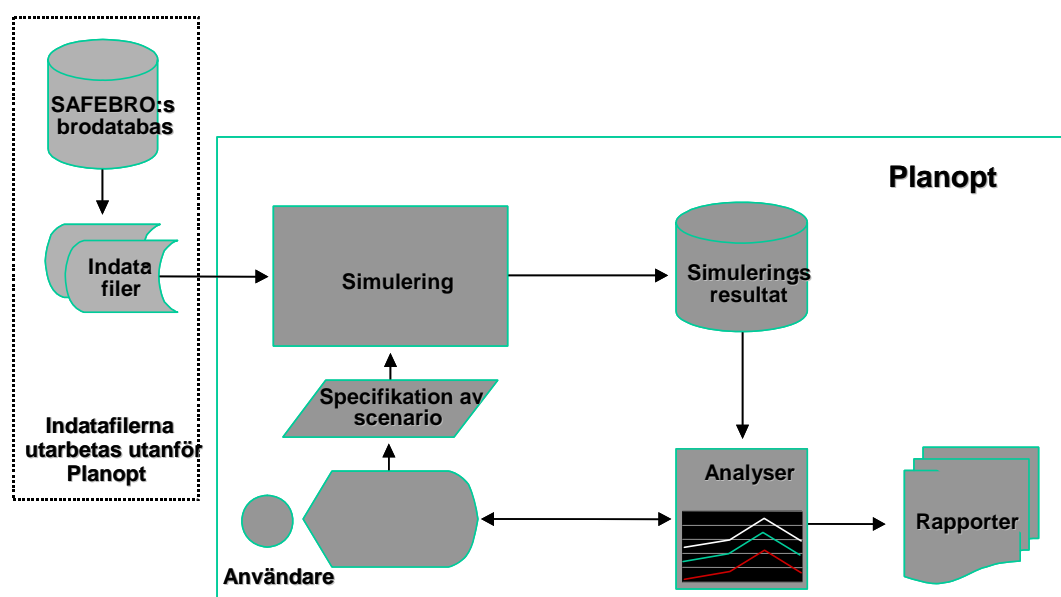
Ovan har under punkt 4.4 ”bottom up”-planeringen beskrivits genom planeringen på objektnivån respektive prioriteringen på brobeståndsnivån, d v s vad skulle man vilja göra på den lokala nivån. Den planering som genomförs på vägnätsnivå är strategisk och av karaktären ”top down”, d v s hur skall man fördela de tillgängliga medel som nästan jämt är mindre än vad man lokalt skulle vilja ha. Därför möts ”bottom up”-planeringen och ”top down”-planeringen i någon slags optimering av tillgängliga resurser. ”Top down”-planeringen har ett långsiktigt tidsperspektiv (ca 20 år) och ska ge svar på bl a följande frågor:

- Vilken är den samhällsekonomiskt optimala strategin på lång sikt?
- Vilka resurser behöver väghållaren för att bibehålla tillståndet hos brobeståndet?

- Kan aktuella resurser nyttjas effektivare?
- Vilka är konsekvenserna av budgetrestriktioner?
- Vilka är trafikantkostnaderna vid olika budgetnivåer?
- Hur ska en nationell budget fördelas mellan regionerna?

4.5.2 Simulerings- och analysverktyget Planopt

För optimering på vägnätets nivå finns inom SAFE BRO ett simulerings- och analysverktyg, Planopt, se **Figur 4.9**.



Figur 4.9 Simulerings- och analysverktyget Planopt, Lindblad (2002).

Planopt skapar prognoser för aktuella och framtida behov av underhålls- och förbättringsåtgärder m h a uppgifter från brodatabasen. Alternativa budgetnivåer analyseras för en 20-årsperiod och resultaten kan t ex visa:

- Behov av underhålls- och förbättringsåtgärder, i kronor eller antal broar.
- Fördelningen mellan regioner av planerade åtgärdsbehov, i kronor eller antal broar.
- Samhällsekonomiska nyttor av planerade åtgärder.
- Nytt/kostnads-kvot för planerade åtgärder.

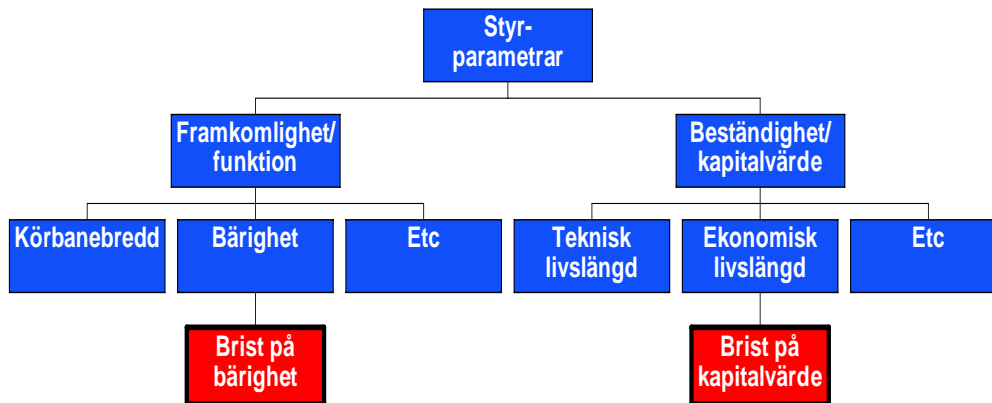
Resultaten för ett stort antal effektivitetsmått samt för vägkategori, region och län presenteras årsvis.

Planopt har två huvuddelar (moduler) bestående av en beräkningsdel och en analysdel. I beräkningsdelen väljs indatfiler, specificeras ett antal tekniska parametrar samt definieras och körs

budgetscenarier som underlag för analysdelen. I analysdelen tillhandahålls ett antal interaktiva skärmbilder och rapporter, vilka beskriver resultaten för det valda scenariot.

4.5.3 Uppföljning

För uppföljningen av broförvaltningen inom Vägverket används ofta två tillståndparametrar Brist på kapitalvärde (BK) och Brist på bärighet (BB), se **Figur 4.10**. Dessa parametrar används även i Planopt och värdena för parametrarna hämtas från brodatabasen.



Figur 4.10 Tillståndparametrarna Brist på bärighet (BB) och Brist på kapitalvärde (BK), Lindblad (2002).

Brist på bärighet (BB):

- För en bro föreligger brist på bärighet då aktuell tillåten trafiklast är lägre än dimensionerande (förväntad).
- Trafiklasten anges med axel- och boggilast, A/B ton.
- För ett brobestånd anges normalt antal broar med brist på bärighet relativt totala brobeståndet.

Parametern BK kan delas upp i en del som är relaterad till bärande element och en del som avser element relaterade till beständighet och trafiksäkerhet. Brist på kapitalvärde (BK):

- Skillnaden mellan förväntat och aktuellt ekonomiskt tillstånd uttryckt som en fiktiv åtgärds kostnad, för att återföra bron till dess förväntade tillstånd (standardiserad invärdering av förekommande skador), relativt (‰) bronns återanskaffningsvärde.
- För brobeståndsnivån beräknas ett med hänsyn till broarnas storlek viktat medelvärde.

Beräkningen av brist på kapitalvärde (BK) sker enligt följande formel;

$$BK = \sum_{i=1}^n \frac{K_i}{AV_i} \frac{A_i}{A_{tot}} \quad \text{ekv. (4.1)}$$

I ekv. (4.1) är

i konstruktion

K_i bristkostnad (standardiserad invärdering av skador) för konstruktion i .

$\mathring{A}V_i$ Återanskaffningsvärde ($\mathring{A}V_i = A_i \cdot AP_i$), där $A_i = Yta$ och $AP_i = \grave{a}$ -priset för återanskaffning för konstruktion i .

A_{tot} Yta för hela brobeståndet.

Hyfsas ekv. 4.1 fås:

$$BK = \frac{1}{A_{tot}} \sum_{i=1}^n \frac{K_i}{\mathring{A}V_i} \quad \text{ekv. (4.2)}$$

För en konstruktion bestående av mer än en konstruktionstyp beräknas först ett viktat medelvärde för AP_i enligt följande:

$$AP_i = \frac{\sum_{j=1}^n A_{i,j} \cdot AP_{i,j}}{\sum_{j=1}^n A_{i,j}} \quad \text{ekv. (4.3)}$$

I ekv. (4.3) är

$A_{i,j}$ Yta för tvärsystem (konstruktionstyp) nr j på konstruktion nr i .

$AP_{i,j}$ \grave{a} -pris för tvärsystem (konstruktionstyp) nr j på konstruktion nr i .

Värdet för AP_i sätts sedan in i ekv. (4.2).

Följande exempel visar hur man kan räkna ut BK: Anta ett brobestånd med bara tre broar, som alla består av endast en konstruktion, vilken i sin tur är uppbyggd av endast en konstruktionstyp, se **Tabell 4.7**.

Bro nr	Konstruktionstyp	\grave{a} -pris återanskaffning (AP_j) kkr/m ²	Area (A_j) m ²	Bristkostnad (K_j) kkr
1	Balkbro	15	400	100
2	Plattrambro	15	200	75
3	Rörbro	10	80	150

Tabell 4.7 Exempel på data för att kunna räkna ut BK för ett litet brobestånd, i princip efter Lindblad (2002).

Enligt ekv. (4.2) fås:

$$BK = \frac{1}{A_{\text{tot}}} \sum_{i=1}^n \frac{K_i}{\Delta V_i} = \frac{1}{400+200+80} \left(\frac{100}{15} + \frac{75}{15} + \frac{150}{10} \right) = 0,039 = 39 \text{ ‰}$$

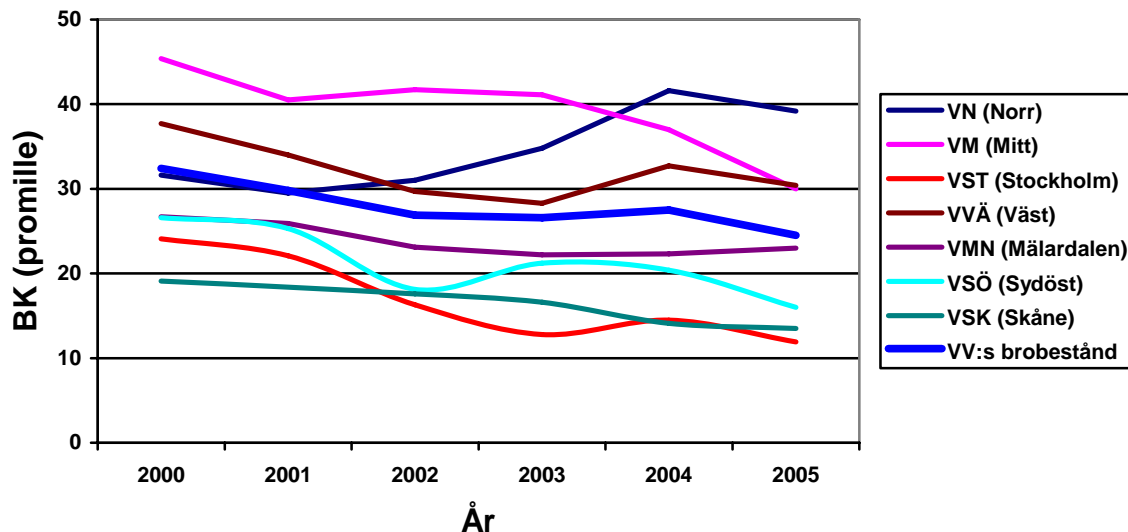
För ett brobestånd förändras BK över tiden beroende på såväl skadeutvecklingen som insatta underhållsåtgärder. Vidare kan värdet också förändras genom att brobeståndet förändras i antal och yta från ett år till ett annat. Om BK används som en indikator måste underliggande data uppdateras kontinuerligt enligt gällande krav.

BK för broarna i Vägverkets regioner per 2005-12 framgår av **Tabell 4.8**. I tabellen är BK dels redovisat för nationella vägar och övriga vägar, dels som ett total värde.

	VN	VM	VST	VVÄ	VMN	VSÖ	VSK	VV total
Nationella vägar	33,2	12,9	12,4	17,5	9,9	6,8	9,2	14,0
Övriga vägar	46,2	47,4	10,8	53,2	33,6	29,2	20,5	38,2
Totalt	39,2	30,0	11,9	30,4	23,0	16,0	13,5	24,5

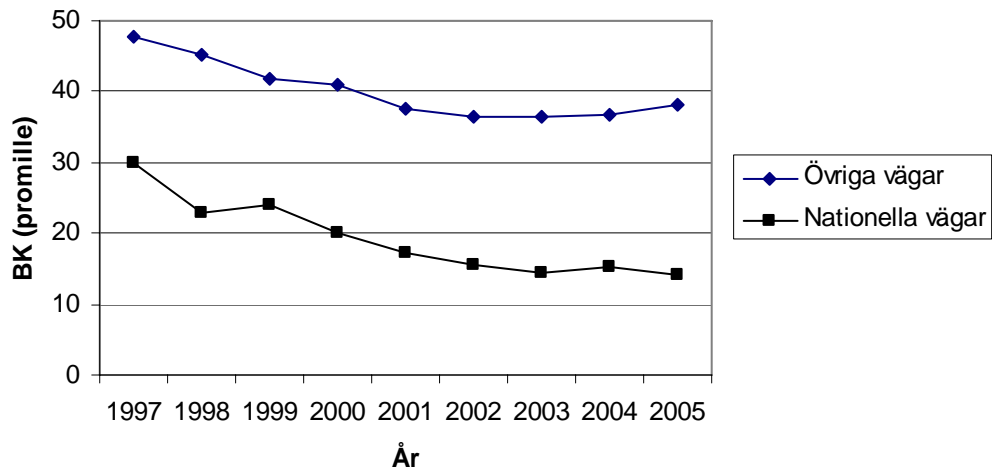
Tabell 4.8 Brist på kapitalvärde (BK) för Vägverkets sju regioner per 2005-12, Rutgersson (2006).

Hur det totala BK har förändrats under 2000-2005 för Vägverkets sju regioner framgår av **Figur 4.11**.



Figur 4.11 Förändring av det totala BK 2000-2005 för Vägverkets sju regioner, Rutgersson (2006).

Utvecklingen av indikatorn BK under perioden 1997-2005 för hela brobeståndet på det nationella vägnätet respektive det övriga vägnätet framgår av **Figur 4.12**.



Figur 4.12 Förändring av BK 1997-2005 för Vägverkets hela brobestånd på det nationella respektive det övriga vägnätet, Lindblad (2002) & Rutgersson (2006).

Ovanstående figur visar att BK har minskat under tidsperioden 1997-2005, d v s Sveriges brobestånd är i bättre skick 2005 jämfört med 1997.

Enligt Vägverket HKs Lennart Lindblad har Vägverket följande målnivåer för BK:

- 20 ‰ för nationella vägar.
- 35 ‰ för övriga vägar (ej nationella).

D v s Vägverket har idag ungefär det skick på broarna som man har som mål.

4.6 Förvaltningssystemet BaTMan

Den senaste uppdateringen av Vägverkets datasystem heter BaTMan, vilket är en förkortning av Bridge and Tunnel Management system. BaTMan är uppbyggd på liknande sätt som SAFE BRO och stöder förvaltningen av en konstruktion under hela dess livstid, från att den planeras eller tas i drift, tills den rivs.

BaTMan är ett Internetbaserat system, vilket innebär att en användare hela tiden har tillgång till uppdaterad information. Som användare loggar man in på BaTMan (<https://batman.vv.se/>) med hjälp av ett lösenord och får upp startsidan på dataskärmen, se **Figur 4.13**.



Figur 4.13 BaTMans startsida, Vägverket (2006).

Överst till höger på varje sida finns Hjälpen i BaTMan som visar hur man arbetar med IT-verktyget. Handboken beskriver metodiken för förvaltningen av Vägverkets konstruktioner och vad som ska registreras i BaTMan.

Från startsidan kan man ta sig vidare till de tre förvaltningsprocesserna Operativ förvaltning, Operativ förvaltning av bestånd och Strategisk förvaltning, se **Figur 4.14**.



Figur 4.14 BaTMans tre förvaltningsprocesser, Vägverket (2006).

Man går från tillståndsklasserna (TK0, TK1, TK2 och TK3) i SAFE BRO till mätvärden i BaTMan. Inga större reparationer får utföras innan brons tillstånd är utrett.

En stor fördel med BaTMan jämfört med SAFE BRO är att en användare hela tiden kan använda uppdaterade värden via Internet.

4.7 Vägverkets målstandarder för 2007-2012

Enligt *Lindblad (2006)* ska standarderna upprätthållas till lägsta möjliga samhällsekonomiska kostnad och prioritering ska ske med beaktande av projektens lönsamhet. Dessutom ska kraven på trafiksäkerhet, miljö och estetik/kulturmiljö beaktas. Det senare kravet framgår av Vägverkets nationella plan, som är under utarbetande, för bevarandevärda broar.

Nedan behandlar avsnitt 4.7.1 underhåll av broar och avsnitt 4.7.2 förbättringar av broar.

4.7.1 Underhåll

Vägverkets olika standarder för kapitalvärde och bärighet framgår av **Tabell 4.9**.

Standard	Mått
Kapitalvärde-Status-Quo-standard: För broar på det nationella respektive övriga vägnätet ska tillståndet vid ingången av år 2004 bibehållas under perioden 2004-2015. Se nedan beträffande regionala målvärden för tillståndsindikatorn BK.	Tillståndsindikatorn BK
Bärighet: Broar på det för näringslivet viktiga vägnätet med förväntad (dimensionerad) bärighetsklassning \geq motsvarande BK1, får inte ha lägre bärighetsklass än motsvarande BK1 under perioden 2004-2015.	Antal (area) broar
Bärighet: Broar med reducerad bärighetsklassning i förhållande till förväntad (dimensionerande) på det nationella respektive övriga vägnätet. (Obs, endast uppföljning i ett första skede! Inget krav finns.)	Tillståndsindikatorn BB.

Tabell 4.9 Vägverkets standarder för kapitalvärde och bärighet, *Lindblad (2006)*.

Anmärkningar till tabellen ovan:

- Målen för kapitalvärdet avser VV som helhet. För varje region sätts individuella mål för parametern BK.
- Det nationella vägnätet antas ingå i det för näringslivet viktiga vägnätet.
- Med ”förväntad standard” avses den standard som byggnadsverket dimensionerats (byggt) för vid det senaste investeringstillfället.

Förändringsintervall för regionerna vid Status Quo standard framgår av **Tabell 4.10**. Intervallen anger hur tillståndsindikatorn brist på kapitalvärde (BK) vid utgången av respektive tidsperiod bör ha förändrats i förhållande till värdet vid ingången av år 2004. Förändringen av BK har

klassats som ”bättre”- B1, B2, B3, ”sämre” – S1, S2, S3 eller ”oförändrat” d v s Status Quo (SQ), se **Tabell 4.11**.

Region/År	Nationella vägar			Övriga vägar		
	2004-2007	2008-2011	2012-2015	2004-2007	2008-2011	2012-2015
VN (Norr)	S2	S2	S3	S2	SQ	SQ
VM (Mitt)	S1	S2	S2	S2	S3	S3
VST (Stockholm)	B3	B3	B3	SQ	SQ	S2
VVÄ (Väst)	SQ	SQ	B1	B2	B3	B3
VMN (Mälardalen)	S1	SQ	S3	S1	S2	S1
VSÖ (Sydöst)	SQ	SQ	S1	SQ	SQ	S1
VSK (Skåne)	B1	SQ	S1	B2	B2	SQ

Tabell 4.10 Förändringsintervall för BK vid Status Quo-standard, Lindblad (2006).

B3	B2	B1	SQ	S1	S2	S3
-11 & neråt	-10 till -7	-6 till -3	-2 till 2	3 till 6	7 till 10	11 & uppåt

Tabell 4.11 Förändringsklasserna B3, B2, B1, SQ, S1, S2 och S3 för BK i promilleenheter, Lindblad (2006). Anm: För att indikera att det är prognoser så används bela promilleenheter.

Av tabellerna ovan framgår att Bristen på kapitalvärde (BK) förväntas öka i region Mälardalen (VMN) vid Status Quo-standard. För broar på det nationella vägnätet förväntas en ökning av BK ≥ 11 %-enheter vid utgången av 2015 och för broar på övriga vägar förväntas en ökning av BK med 3-6 %-enheter.

4.7.2 Förbättring

Vägverkets förslag till förbättringar för broar framgår av **Tabell 4.12**.

Standard	Mått
Broar på det för näringslivet viktiga vägnätet med förväntad (dimensionerad) bärighetsklassning lägre än motsvarande BK1 ska åtgärdas till en bärighetsklassning motsvarande minst BK1.	Antal (area) broar
Broar på det för näringslivet viktiga vägnätet med förväntad (dimensionerad) bärighetsklassning lägre än motsvarande ”tung dispensnivå” ska åtgärdas till en bärighetsklassning motsvarande minst denna nivå. (Obs, eventuellt endast uppföljning av denna brist!)	Antal (area) broar.
Broar med otillräcklig geometrisk standard (fri höjd, fri bredd) ska åtgärdas. (Obs, eventuellt endast uppföljning av detta behov!)	Antal (area) broar.
Broar med otillräcklig trafiksäkerhetsstandard ska åtgärdas. Bristerna kan avse räckeskapacitet, fri höjd, antal körfält etc. (Obs, eventuellt endast uppföljning av denna brist!)	

Tabell 4.12 *Vägverkets förslag till förbättringar av broar, Lindblad (2006).*

4.8 Diskussion och kommentarer

Man kan konstatera att Vägverket har satsat en hel del medel på att utveckla sin förvaltning av de statliga broarna. I och med att det är så mycket data som ska hanteras har utvecklandet av IT-tekniken varit till stor nytta för Vägverket. Och vi har nog bara sett början på ett mera förfinat utnyttjande i takt med att datorernas kapacitet ökar.

Vägverket har ett välutvecklat broförvaltningssystem i BaTMan som uppdateras så fort nya inspektioner och åtgärder utförs.

Hallberg (2005) diskuterar hur man kan göra en Service Life Performance Analysis (SLPA) för broar. Man använder som ingångsvärden befintliga materialdata, information från utförda inspektioner, och miljöklasser runt bron. Sedan använder man dessa data i en nedbrytningsmodell av något slag tillsammans med en Markovkedja och som slutresultat får man en förväntad återstående livslängd. *Hallberg* anser att en möjlig utveckling av BaTMan är att mata in de enskilda brodelarnas materialdata och miljöklasser för att kunna göra SLPA på en mera detaljerad nivå.

5. PILOTSTUDIENS TILLKOMST OCH OMFATTNING

I detta kapitel redogörs mera detaljerat de olika tankegångarna bakom skapandet av brounderhåll Uppsala län.

5.1 Förstudie

Innan det här doktorandprojektet startade så gjordes en förstudie om Aktivt brounderhåll, *Silfverbrand* (2002). **Aktivt brounderhåll** är ett effektivt och förebyggande underhåll. Vägverkets budget för brounderhåll var i storleksordningen 600 Mkr per år för alla broar i Sverige, varav förebyggande underhåll kostade ca 10-15 % (60-90 Mkr) och korrigerande underhåll, reparationer och ombyggnad kostade ca 85-90 % (510-540 Mkr). Vägverket har medvetet ökat satsningen på förebyggande underhåll, eftersom det har visat sig vara kostnadseffektivt. Man kan anta att ytterligare förskjutningar mot förebyggande underhåll ger ännu bättre resultat.

Silfverbrand föreslog i sin rapport fem doktorandprojekt:

- Nya upphandlingsformer för brounderhåll.
- Impregnering av betongkonstruktioner.
- Tekniskt stöd för förebyggande underhåll.
- LCA för snö- och isbekämpning av broar.
- Metoder för tillståndsbedömning av broisolering

Han fick gehör hos CDU och Vägverket för detta doktorandprojekt ”Nya upphandlingsformer för brounderhåll”. Även ett projekt om impregnering pågår med stöd från Formas, *Johansson et al* (2005).

5.2 Bildande av referensgrupp för doktorandprojektet

Vägverket, Vägverket Produktion och SBUF lovade att finansiera doktorandprojekt CDU:T16a. En referensgrupp bildades under ledning av CDUs dåvarande föreståndare Hans Cedermark och professor Håkan Sundquist KTH (huvudhandledare för doktoranden). Gruppen bestod även av professor Johan Silfverbrand CBI/KTH, docent Hans Lind KTH, och representanter för Vägverket Borlänge genom Lennart Lindblad och Susanne Troive, för Vägverket Mälardalen genom Kjell Jansson och George Chamoun samt för SBUF genom Per Westberg Skanska och Thomas Krekula NCC.

5.3 Pilotstudien börjar ta form

5.3.1 Pilotstudiens beskrivning i doktorandprojektet

Pilotstudiens omfattning hade beskrivits i doktorandprojektets inledning i stora drag. Huvuddragen var att Vägverket skulle:

- Handla upp en större del av brounderhållet för de mindre och medelstora broarna,
- i ett eller två län,
- för en längre tidsperiod, säg 7-10 år.
- Entreprenadsumman för ett sådant åtagande blir då i storleksordningen 100 Mkr för hela tidsperioden.

Avsikten var att en sådan upphandling skulle vara funktionsbetingad och bestå av inspektioner, kravspecifikationer på vidmakthållande (status quo), system- och tekniska krav för förebyggande och avhjälpande underhåll, utpekade uppgraderingsåtgärder och andra förbättringsåtgärder. Avsikten var vidare att en lämplig ersättningsmodell skulle utvecklas som kunde accepteras av både beställare och entreprenör.

5.3.2 Val av område och entreprenadtid

Innan doktorandprojektet startade hade man gjort bedömningen att pilotstudien skulle genomföras någonstans i Vägverket region Mälardalen (VMN). Men var och under vilken tid var inte bestämt, utan det skulle utarbetas ett förslag av författaren tillsammans med representanter från Vägverket.

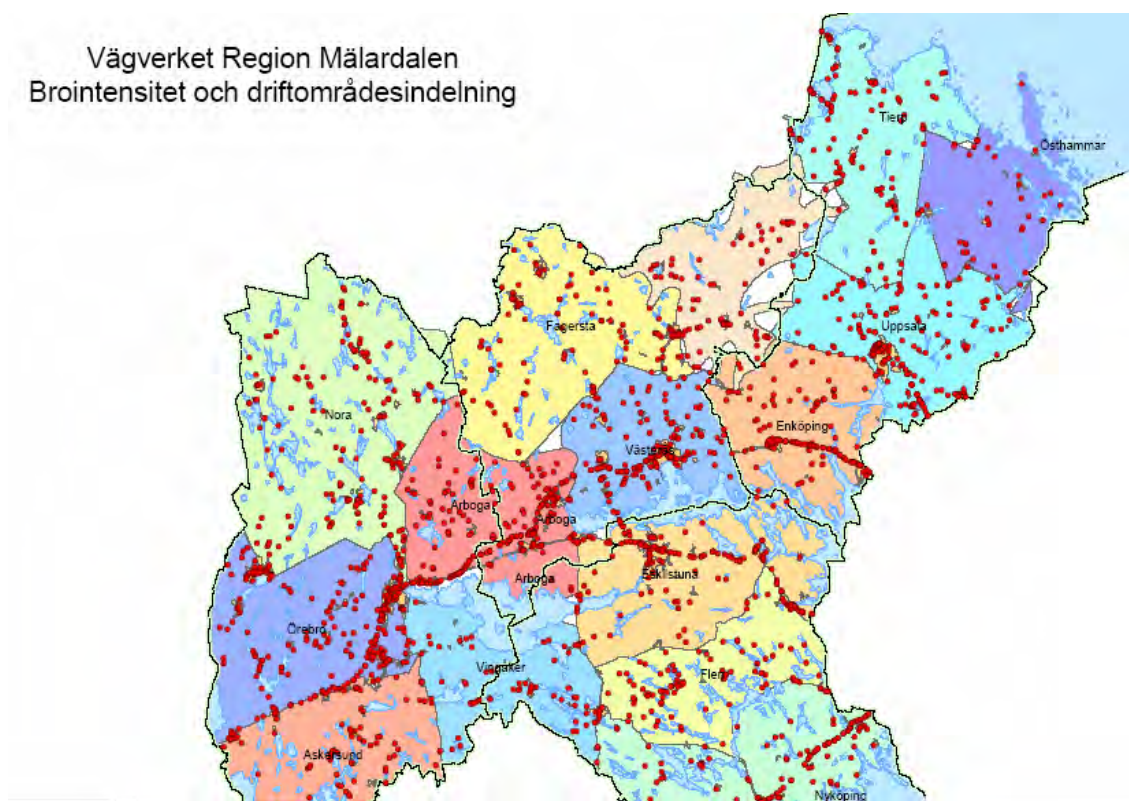
Vägverket region Mälardalen omfattar Uppsala, Södermanlands, Örebro och Västmanlands län. Varje län är uppdelat i cirka 3-4 st driftområden, vilket totalt blir 15 driftsområden för region Mälardalen, se **Figur 5.1**. Det finns ca 1770 st broar i regionen, vilket motsvarar ungefär 400-500 st broar per län, eller ca 100-125 broar i varje driftområde.

VMN fick i storleksordningen ca 45-50 Mkr/år av staten för drift och underhåll av sina fasta broar, d v s den summan ska räcka för att täcka kostnaderna för åtgärder (ca 40-45 Mkr) och egenskaper (ca 5 Mkr). Med åtgärder menas utpekade broreparationer och med egenskaper menas årligt brounderhåll enligt ATB Brounderhåll 2002, *Vägverket (2002b)*. För en bro blev det ca 40-45 Mkr/1770 broar= 22-25 kkr för åtgärder och ca 5 Mkr/1770 broar= 3 kkr för egenskaper per år.

Åtgärder är reparationer och egenskaper är årligt underhåll enligt ATB Brounderhåll 2002.

I början av projektet var Vägverket lite tveksam till förslaget att större delar av brounderhållet skulle handlas upp för de mindre och medelstora broarna i ett eller två län under en längre tid. Man tyckte att i ett inledningsskede kunde det räcka med att handla upp brounderhållet i ett eller två driftområden istället. Med små och medelstora broar menas spännvidder upp till ca 30 m och brolängder upp till ca 100 m.

Överslagsmässigt kan man anta att ett driftområde innehåller ca 100 broar. Med en budget för åtgärder och egenskaper på ca 25 kkr/bro och år gav det en summa på ca $100 \cdot 25 = 2,5$ Mkr för ett driftområde. Två driftområden skulle innebära en entreprenadsumma på ca 5 Mkr/år.



Figur 5.1 Brointensitet och driftområdesindelning för Vägverket Region Mälardalen, källa VMN.

Vägverket ansåg att en entreprenadtid på 7-10 år var i längsta laget för ett pilotprojekt och dessutom hinner inte doktorandprojektet med att rapportera från hela pilotprojektet då. Detta var de huvudsakliga skälen till att man valde en entreprenadtid på tre år istället. Dels för att Vägverket inte ville binda upp sig för en lång tid dels för att doktorandprojektet skulle kunna följa upp pilotprojektet under hela entreprenadtiden. Istället valde man att ha en optionstid på ytterligare tre år, d v s entreprenadtiden blev tre år + option tre år. Pilotprojektet skulle handlas upp under våren 2004 och därför bestämdes entreprenadtiden från 2004-09-01 till 2007-08-31 med option på tiden från 2007-09-01 till 2010-08-31.

Det var med ovanstående förutsättningar som representanter från Vägverket och doktorandprojektet förutsättningslöst gick igenom alla driftområden i region Mälardalen för att försöka hitta ett lämpligt område för brounderhåll. Ganska snart förstod vi att ett län var ett lagom stort område för en bropatrull. Frågan blev då vilket län vi skulle välja.

Uppsala driftområde skulle ut på anbud våren 2004 och då väcktes tanken på att bryta ur broarna ur Grundpaket Drift, d v s så att man fick vägarna för sig och broarna för sig. Eftersom vi hade kommit fram till att ett län var ett lagom stort område för en bropatrull så valde vi att genomföra pilotstudien i Uppsala län. Tanken var då att komplettera broarna i Uppsala driftområde med

broarna i Enköpings, Tierps och Östhammars driftområden så att man fick en större volym på underhållsarbetena.

Eftersom Uppsala län består av fyra driftområden uppskattades entreprenadsumman till ca $4 \cdot 2.5 = 10$ Mkr/år för åtgärder och uppfyllande av egenskapskrav.

Vägverkets Kjell Jansson och författaren presenterade ovanstående förslag till pilotstudie vid styrgruppsmötet den 17 juni 2003.

5.4 Förslag till pilotstudie presenteras på styrgruppsmötet den 17 juni 2003

5.4.1 Referensgruppens förväntningar och prioriteringar

Vägverket som beställaren ansåg att funktionsentreprenad brounderhåll är ett bra sätt att rationalisera brounderhållet på och förhoppningsvis ökar kompetensen hos entreprenören. De gamla bropatrullerna, som fanns hos Vägverket före 1992, på 3-6 man sågs som en förebild.

Vägverket ska vara kundorienterat och serviceinriktat, dessutom kommer kostnadseffektiviteten att granskas mera i framtiden. Kostnaden för brounderhållet i Sverige uppgår till ca 700-800 Mkr/år och man blir tvungen att fokusera ännu mera på vilka åtgärder som ska göras och när de ska göras eftersom man troligtvis inte kan räkna med högre anslag från regeringen i framtiden.

De ekonomiska/tekniska förbättringar Vägverket ville uppnå var att kunna hålla broarna i gott skick för mindre pengar eller bättre skick med samma ekonomiska medel.

Dagens system innebar för mycket jobb med alla små upphandlingar ansåg Vägverket. Man fick lägga ner nästan lika mycket arbete på att handla upp en stor reparation som en liten.

Vägverkets vision var att lyfta fram brounderhållet som en egen aktivitet, eftersom det blir enklare att hantera för en beställare. Om Vägverket sedan vill ha någonting utfört snabbt, så finns det redan en färdig organisation på plats.

Vägverket HK önskade ha ett fåtal kundorienterade funktionskrav som man reglerar efter t ex 30 år. Ett sådant krav kan vara bärförmågan.

Enligt Vägverket fanns det förutsättningar för en win-win situation i och med att beställaren fick mera för pengarna och att entreprenören kunde göra jobbet när det passar.

Entreprenörerna ansåg att en stor entreprenad var bättre än en liten. Man ville gärna ha en åretsruntsysselsättning för en bropatrull, så att man kunde använda sina resurser på ett bättre sätt. På våren, sommaren och hösten kunde man göra broreparationer och på vintern kunde man t ex jobba med enklare nyproduktion. Den nybyggande entreprenören kunde få erfarenheter från underhållet som kan användas för bättre byggmetoder i framtiden.

Entreprenörerna ansåg vidare att i en riktig funktionsentreprenad finns det möjligheter att utveckla nya produktionsmetoder för underhållsentreprenader. En underhållsentreprenad borde vara i storleksordningen 7-10 år för att hinna ge bästa effekt.

Entreprenörerna ville ha ett bra förfrågningsunderlag så att de kunde lämna ett bra anbud.

5.4.2 Egenskapskrav för broarna

Enligt Vägverket bedömdes broarna vara i funktionsdugligt skick om underhållskraven i ATB Brounderhåll 2002 verifierades minst en gång om året och att mindre reparationer utfördes vid behov enligt ATB Bro 2002 och ATB Väg 2003.

5.4.3 Planerade åtgärder i entreprenaden

Vägverket region Mälardalen tog fram ett åtgärdspaket som skulle ingå i entreprenaden, dvs ett antal utpekade reparationsobjekt. Vägverket styr hur vägverksanlaget från regeringen ska fördelas mellan de olika regionerna genom att bland annat använda måttet brist på kapitalvärde (BK).

5.4.4 Utsedd entreprenör förväntas bidra till utvecklingen

I det här projektet började man enligt "regelboken" ATB Brounderhåll 2002, *Vägverket (2002b)*, och försökte utveckla funktionskrav under projektets gång. Om man kan specificera orsaken bakom reparationsåtgärderna så borde man kunna börja med att formulera funktionskrav. Utsedd entreprenör förväntades hjälpa till med förslag till förbättringar och vara med på utvärderingsmöten under entreprenadens gång.

Vilka funktionskrav ska beaktas och hur ska dessa anges i kontraktet med entreprenören? Funktionskraven ska beakta användarnas krav, miljökrav, säkerhetskrav samt estetiska krav. Funktionerna måste kunna definieras och mätas på sådant sätt att mätresultaten kan användas i en civilrättslig process.

Statsmakternas krav kan relateras till de transportpolitiska målen. Vägverket som har det övergripande ansvaret för vägnätet har även det övergripande funktionsansvaret, dvs att det går att ha person- och godstrafik på vägnätet.

Bil- och bussresenärer är intresserade av jämnt och bra vägunderlag och att vägarna är säkra att åka på. Tysta och jämna vägar innebär också att bränsleförbrukningen blir låg. Bra framkomlighet på vägarna ger högre hastigheter och kortare restider.

Godstransportörerna är intresserade av god komfort så att godset inte skadas och att en vara kan skickas och levereras vid alla tidpunkter på dygnet samt anlända på utsatt tid.

5.4.5 Ungefärlig entreprenadsumma

Vägverket region Mälardalen uppskattade entreprenadsumman till storleksordningen 6-7 Mkr/år. Underhållet av egenskaper kostar ca 1 Mkr/år, vilket är samma summa som i det gamla Grundpaketet Drift, och utpekade reparationsobjekt kostar ca 5-6 Mkr/år. Dessutom ville Vägverket handla upp mera komplexa reparationer utanför entreprenaden i storleksordningen 3-5 Mkr/år.

5.4.6 Referensgruppens kommentarer om uppskattad entreprenadsumma

Vägverkets uppskattade entreprenadsumma på 6-7 Mkr/år ansåg entreprenörerna vara i minsta laget. Entreprenörerna tyckte att Vägverket t ex borde lägga till några bärighetshöjande åtgärder också så att man kom upp i en entreprenadsumma i storleksordningen 10-15 Mkr/år. Då blev det mera attraktivt att lägga anbud.

Det gäller för Vägverket att skapa en attraktiv mix av underhåll och reparationer, med tillräckligt stor volym för att det ska vara intressant för entreprenörerna att lägga ett bra anbud.

De närvarande entreprenörerna tyckte också att det blev för mycket utförandeentreprenad och för lite funktionsentreprenad. Generellt bör man inte blanda utförande- och funktionsentreprenader.

5.5 Vägverket skapar brounderhåll Uppsala län

Upphandling av brounderhållet för alla broar ca 400 st i Uppsala län var Vägverkets mål, d v s broarna i Uppsalas, Tierps, Enköpings och Östhammars driftområden.

Eftersom Uppsala driftområde skulle ut på anbud våren 2004 passade det bra att bryta ur broarna ur Grundpaket Drift, d v s så att man fick vägarna för sig och broarna för sig. Vägverket undersökte möjligheten att köpa loss brounderhållet från den entreprenör som hade Grundpaket Drift i Enköpings, Tierps och Östhammars driftområde sommaren 2003. Kontraktstiderna för driftområdena var enligt **Tabell 5.1**.

Driftområde	Kontraktstid	Optionstid	Entreprenör
Uppsala	1998-09-01 – 2003-08-31	2004-08-31	Vägverket Produktion
Östhammar	2000-09-01 – 2005-08-31	2006-08-31	Vägverket Produktion
Enköping	2001-09-01 – 2006-08-31	2007-08-31	Vägverket Produktion
Tierp	2003-09-01 – 2008-08-31	2009-08-31	Vägverket Produktion

Tabell 5.1 *Driftområden i Uppsala län, kontraktstid- och optionstider för den entreprenör som hade underhållskontrakten sommaren 2003.*

Vägverket Produktion som var entreprenör på alla driftområden lämnade ett besked den 1 oktober 2003 till Vägverket region Mälardalen på hur mycket man ville ha betalt för att släppa brounderhållet i förtid. Efter förhandlingar kom man överens att Vägverket Produktion skulle släppa brounderhållet i förtid och därigenom hade Vägverket skapat brounderhåll i Uppsala län.

5.6 Framtagande av upphandlingsunderlag

Upphandlingsunderlaget för pilotstudien växte successivt fram. Förslag presenterades och diskuterades i ett antal arbets- och styrgruppsmöten, se **Tabell 5.2**.

Typ av möte	Datum	Några diskussionsämnen på de olika mötena
Möte på KTH	2003-03-18	Projektet startas, pilotstudiens omfattning
Möte hos Vägverket	2003-04-16	Val av Uppsala län som pilotstudie
Styrgruppsmöte 1	2003-06-17	Projektets bakgrund, förväntningar på pilotstudien
Möte på KTH	2003-09-11	Funktionsentreprenad, kravspecifikationer
Styrgruppsmöte 2	2003-09-25	Pilotstudiens omfattning, förfrågningsunderlaget
Styrgruppsmöte 3	2003-11-21	Förfrågningsunderlag utkast 1, tidplan för anbud
Styrgruppsmöte 4	2004-02-19	Förfrågningsunderlag, tidplan, avtal och upphandling

Tabell 5.2 Några diskussionsämnen på de olika mötena.

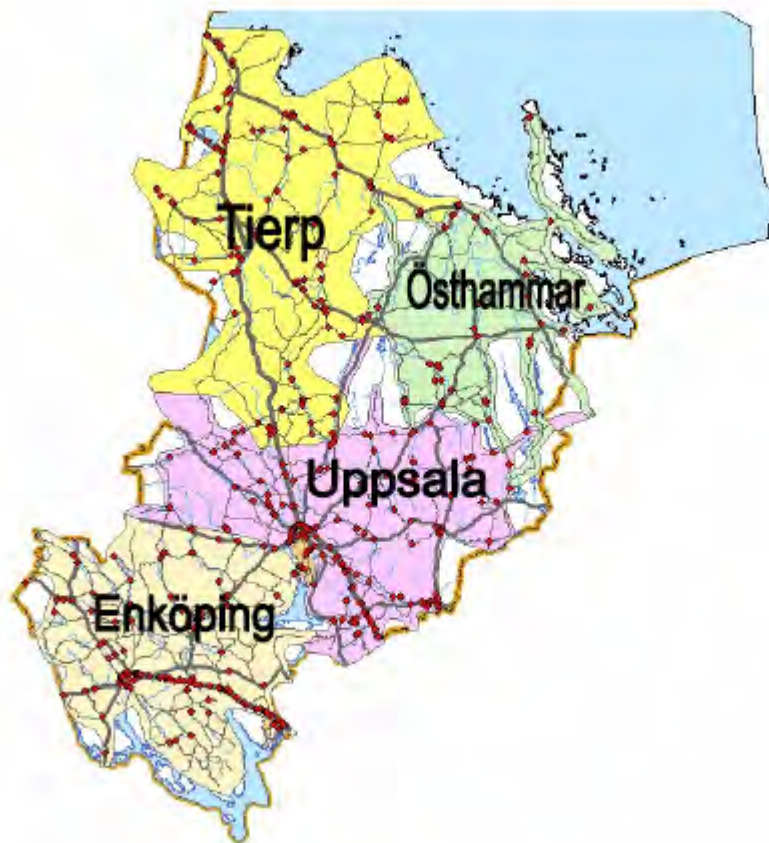
På styrgruppsmöte nr 2, 2003-09-25, enades mötet om följande tidplan för förfrågningsunderlaget och anbudstider, se **Tabell 5.3**.

Datum	Aktivitet
2003-11-21	Möte då Utkast 1 av förfrågningsunderlaget presenteras.
2004-02-19	Utkast 2 av förfrågningsunderlaget presenteras i samband med ett litet seminarium på Cement och Betong Institutet (CBI) i Stockholm.
2004-03-15	Förfrågningsunderlaget är tillgängligt för entreprenörerna.
2004-03-25	Möte för anbudsgivare hos Vägverket i Eskilstuna.
2004-04-29	Anbuden ska vara inne hos Vägverket. Lägsta pris vinner.
2004-06-01	Avtalskonstruktion med utsedd entreprenör.
2004-09-01	Entreprenaden börjar.

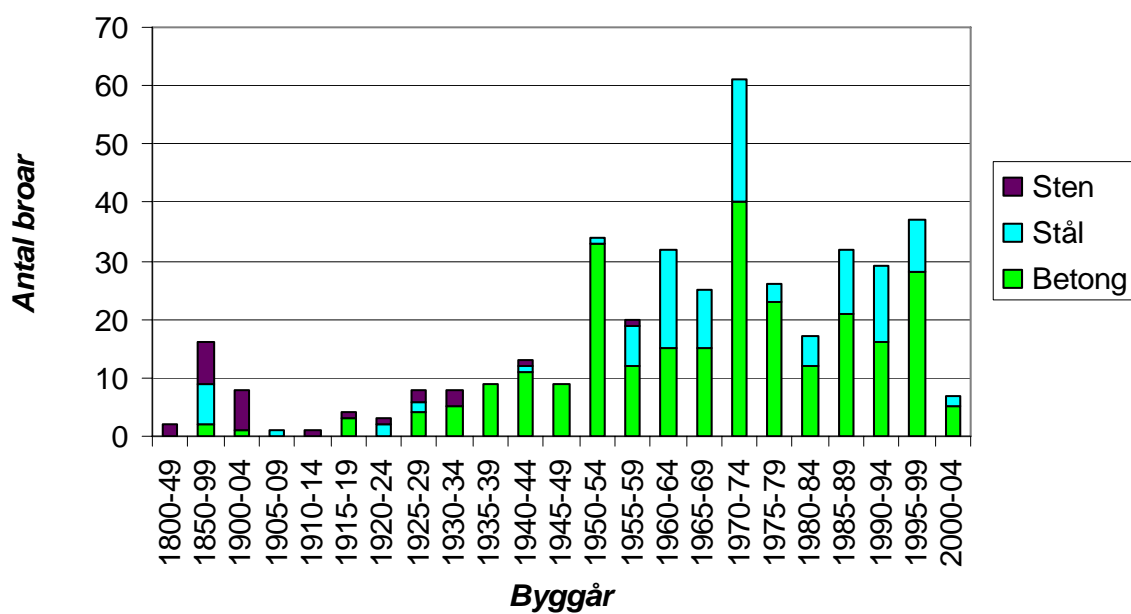
Tabell 5.3 Tidplan för förfrågningsunderlaget och anbudstider.

5.7 Vald modell för upphandling av pilotstudie

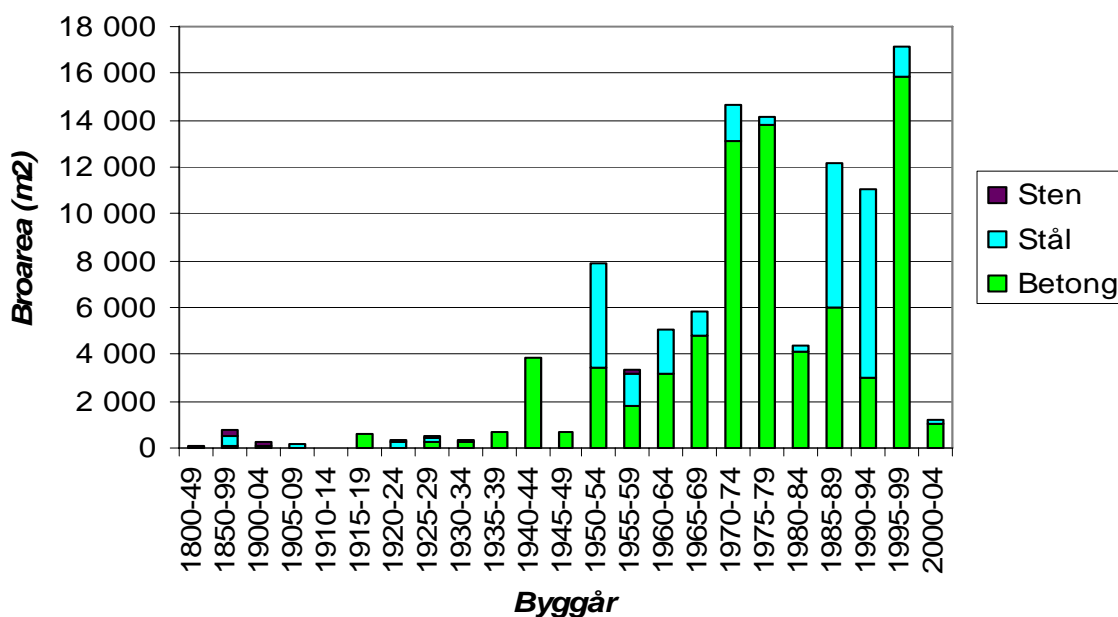
Vägverket region Mälardalen (VMN) skapade ”Brounderhåll i Uppsala län” bestående av alla broar i Uppsala län, d v s ca 370 st anläggningar eller ca 400 st broar med en sammanlagd broarea på ca 100 000 m², se **Figur 5.2, 5.3 och 5.4**.



Figur 5.2 *Brönderhåll i Uppsala län består av alla broar i Tierps, Östhammars, Uppsalas och Enköpings driftområden, källa VMN.*



Figur 5.3 *Broarna i Uppsala län uppdelade efter materialet i huvudbärsystemet och byggår, källa VMN.*



Figur 5.4 *Areorna för broarna i Uppsala län uppdelade efter materialet i huvudbärsystemet och byggår, källa VMN.*

Man kan sammanfatta vald modell för upphandling med följande punkter:

- Uppsala län valdes som pilotstudie och utsedd entreprenör skulle underhålla alla Vägverkets broar i länet.
- Kontraktstiden var tre år (2004-09-01 - 2007-08-31) + option på tre år till (2007-09-01 - 2010-08-31).
- Broarna bedömdes vara i funktionsdugligt skick om underhållskraven i ATB Brounderhåll 2002 verifierades minst en gång om året och mindre reparationer utfördes vid behov enligt ATB Bro 2002 och ATB Väg 2003.
- Dessutom ingick 25 st utpekade reparationsobjekt som Vägverket hade valt ut.
- Nya reparationsobjekt finns om optionen utnyttjas, d v s om Vägverket anser att priserna från entreprenören är rimliga.
- Utsedd entreprenör förväntades hjälpa till med förslag till förbättringar och vara med på utvärderingsmöten under entreprenadens gång.

5.8 Entreprenadkontraktet

För att få en snabb överblick av entreprenadkontraktet återges nedan några valda delar. I **Bilaga A** återfinns i sin helhet kontraktsvillkoren i förfrågningsunderlaget som entreprenörerna lämnade anbud på.

Entreprenaden genomförs som en Totalentreprenad baserad på samverkan och med incitament. Samverkan innebär bland annat att det till projektet knyts representanter från KTH (Doktorandprojekt CDU: T16a Funktionsentreprenad brounderhåll), Vägverket (Borlänge och Mälardalen),

entreprenör samt eventuell konsult. Syftet med denna arbetsgrupp är den aktivt ska arbeta i projektet och lämna förslag till förbättring och vidareutveckling av entreprenaden samt utarbeta funktionella egenskapskrav för brounderhåll. Därutöver stötta doktoranden i sitt arbete.

Arbeten med egenskapskrav ska utföras av entreprenören på eget initiativ. Arbeten som utförs till överenskomna å-priser eller då sådana priser saknas, efter självkostnadsprincipen, ska alltid ske i samråd med beställaren. Samråd erfordras inte i de fall entreprenören bedömer att omedelbar åtgärd krävs för att säkerställa trafiksäkerhet eller framkomlighet.

Kontraktstiden är 2004-09-01 – 2007-08-31 med option på ytterligare tre år. Om part vill utnyttja optionen om förlängning av kontraktet med ytterligare tre år kallar han till förhandling senast 2006-08-31 och överenskommelse ska ha träffats senast 2006-09-30.

Arbetena ska bedrivas så att deltid för egenskaper enligt ATB Brounderhåll 2002 med ändringar och tillägg enligt ”Teknisk beskrivning egenskaper” hålls.

Om entreprenören inte inom i ATB Brounderhåll 2002 och ”Teknisk beskrivning egenskaper” angiven tidsfrist uppfyller ställda egenskapskrav på varje enskild bro betalas för varje tillfälle vite. Vite utgår under tiden när egenskapskraven inte är uppfyllda med 1000 kronor per vecka och bro.

Betalning sker när verifikat utan anmärkningar för respektive konstruktion lämnats till beställaren. Betalning görs proportionellt mot insända verifikat i förhållande till totala antalet konstruktioner.

Arbetena med åtgärder på utpekade objekt får maximalt bedrivas under en 12 veckors period för respektive bro om inte annat överenskommit med beställaren. Vid försening av åtgärder på utpekade objekt utgår vite med belopp motsvarande 0,5 % av summan för åtgärden på det utpekade objektet och för varje påbörjad vecka som färdigställandet överskrider en 12 veckors period eller överenskommen sluttid.

För reglerbara mängder betalas enligt uppmätning efter av beställaren godkänd värdering av utfört arbete eller enligt godkänd och prestationsbunden betalningsplan. Även vid betalning enligt betalningsplan ska avdrag göras för inestående medel.

För utpekade objekt på vägar med vägnummer mindre än 500 utgår ett tidsincitament. Incitament utgår för varje hel vecka varmed entreprenören kan reducera kontrakterad åtgärdstid (trafikantstörning) om 12 veckor. Incitamentet utgår med ett belopp motsvarande 0,5 % av summan för de sammanlagda åtgärderna på det aktuella objektet.

Projektet syftar till effektivisering av beställarens verksamhet med bibehållen säkrad kvalitet. För resultatförbättringar uppnådda genom förenkling eller metodutveckling m m utgår ett incitament baserat på verklig kostnadsbesparing. Incitamentet delas mellan beställare och entreprenör enligt 60/40 %.

Kontraktssumman är i SEK, fast pris. Indexreglering sker ej för perioden 2004-09-01 – 2005-08-31, därefter årsvis indexreglering.

Indexreglering av kontraktssumman ska beräknas enligt Entreprenadindex E84 och baseras på littera 251 Broarbeten, betong.

Om det under kontraktstiden uppstår sådana uppenbara förändrade förutsättningar att kontraktet inte står i rimlig proportion till dessa, ska beställaren ges rätt till omförhandling av kontraktet.

Reglering av ändrings- och tilläggsarbete sker i första hand enligt prissatt mängdförteckning eller avtalad à-prislista, i andra hand enligt i förväg överenskommet pris och i tredje hand enligt självkostnadsprincipen.

Entreprenören ska skriftligen till beställaren senast tre (3) veckor före färdigställandet ange det datum då entreprenaden i sin helhet är tillgänglig för slutbesiktning.

Senast två (2) veckor före slutbesiktning ska entreprenören till beställaren överlämna all kontrakterad dokumentation, signerad och sammanställd, vid risk att slutbesiktningen senareläggs.

Om inte fel föreligger och egenskapskraven är tillfredsställda ska besiktningsmannen godkänna entreprenaden.

Avlämnandebesiktning ska avslutas med slutsammanträde, vid vilket besked lämnas om godkännande. Godkännande gäller med verkan från dagen efter slutsammanträdet.

Godkännes entreprenaden övertar beställaren objektet.

5.9 Hur är vald modell i förhållande till förväntningar?

I avsnitt 5.7 sammanfattades vald modell för upphandling. Dessa punkter återges nedan med kommentarer:

- Uppsala län valdes som pilotstudie och utsedd entreprenör ska underhålla alla Vägverkets broar i länet.

Kommentar: Att en entreprenör ansvarar för alla broar i ett län bedöms vara rätt. Det är ett lagom stort område för en bropatrull.

- Kontraktstiden var tre år (2004-09-01 - 2007-08-31) + option på tre år till (2007-09-01 - 2010-08-31).

Kommentar: En kontraktstid på tre år är i minsta laget. Den borde vara i storleksordningen 7-10 år för att hinna ge bästa effekt.

- Broarna bedömdes vara i funktionsdugligt skick om underhållskraven i ATB Brounderhåll 2002 verifierades minst en gång om året och mindre reparationer utfördes vid behov enligt ATB Bro 2002 och ATB Väg 2003.

Kommentar: Det blir mycket utförandeentreprenad och lite funktionsentreprenad, men man måste börja någonstans.

- Dessutom ingick 25 st utpekade reparationsobjekt som Vägverket hade valt ut.

Kommentar: Från beställarens sida var man försiktig eftersom man inte ville lägga ut alla reparationer på en entreprenör under tre års tid. Från entreprenörernas sida hade det varit mer intressant med ett större inslag av åtgärder.

- Nya reparationsobjekt finns om optionen utnyttjas, d v s om Vägverket anser att priserna från entreprenören är rimliga.

Kommentar: En förhandlingsfråga mellan beställare och entreprenör om vad som är skälig ersättning för egenskaper och åtgärder.

- Utsedd entreprenör förväntades hjälpa till med förslag till förbättringar och vara med på utvärderingsmöten under entreprenadens gång.

Kommentar: Det är bra att entreprenören är med och bidrar till utvecklingen.

6. UTVÄRDERING AV INKOMNA ANBUD

I det här kapitlet redovisas entreprenörernas inlämnade anbud, VMNs anbudsutvärdering och allmänna resonemang om hur en entreprenör kan tänkas resonera innan han eventuellt lämnar in ett anbud.

6.1 Anbud kommer in samt anbudsutvärdering

Anbudsdagen var 2004-04-29, då skulle inlämnade anbud vara beställaren tillhanda. Vägverket fick in tre anbud från olika entreprenörer och detta tyckte man var i minsta laget.

Vägverkets representanter beställaren George Chamoun och upphandlingsexperten Lars Ekström öppnade anbuderna 2004-05-03. Därefter påbörjades anbudsutvärderingen.

6.1.1 Inlämnade anbud

Av de sex entreprenörer som tog ut handlingar, var det hälften (tre st) som lämnade anbud enligt **Tabell 6.1**.

Företag	Lämnat anbud
Vägverket Produktion	20 387 943 kr
DAB-Domiflex AB	23 728 040 kr
NCC Construction	28 620 000 kr (Förskott 2 000 000 kr)

Tabell 6.1 *Lämnade anbud av Vägverket Produktion, DAB och NCC.*

Ovanstående entreprenörer hade också delat upp anbudssumman i åtgärder, egenskaper och pris-satt en fiktiv timprislista enligt **Tabell 6.2**.

Företag	Åtgärder	Egenskaper (årliga)	Fiktiv timprislista
Vägverket Produktion	18 975 kkr	1 083 kkr	330 kkr
DAB-Domiflex AB	20 578 kkr	2 842 kkr	308 kkr
NCC Construction	25 788 kkr	2 446 kkr	386 kkr

Tabell 6.2 *Lämnade anbud uppdelat på åtgärder, egenskaper och en fiktiv timprislista.*

6.1.2 Anbudsutvärdering

Anbuderna utvärderades enligt upphandlingsföreskrifterna (UF) daterade 2004-03-03.

Man började med en prövning av anbudsgivarna enligt UFB.51.

UFB.51 Prövning av anbudsgivare

Anbud från anbudsgivare som inte uppfyller grundkraven i lagen om offentlig upphandling (LOU) 1 kap 17 § och 6 kap 9-11 §§ kommer inte att tas upp till prövning.

Beställaren kommer att pröva anbudsgivare genom att följande krav är uppfyllda:

- Tillfredsställande ekonomisk och finansiell status.
- Godtagbar kompetenstillgång inom den egna organisationen eller genom underentreprenörer/underleverantörer.
- Tillfredsställande teknisk förmåga och kapacitet inom den egna organisationen eller genom underentreprenörer/underleverantörer.
- Projektplan med tillhörande kontrollprogram.

Alla entreprenörer (VP, DAB och NCC) bedömdes uppfylla kraven enligt UFB 51.

Därefter fortsatte utvärdering av anbuderna enligt UFB 52.

UFB.52 Värderingsgrunder vid prövning av anbudet

Anbudsprövningen kommer att ske på affärsmässiga grunder. Det ekonomiskt mest fördelaktiga anbudet kommer att antas.

Följande faktorer kommer att tillmätas betydelse vid anbudsprövningen:

- Anbudspris.
- Vid prövning av anbud som innehåller begäran om förskott räknas anbudspriset upp med belopp som motsvarar ränta på förskott. Denna räntesats motsvarar ”Stibor fixing 1 vecka” med 0,25 % -enheters påslag.

Eftersom anbudspriset därmed var den avgörande faktorn vann Vägverket Produktion entreprenaden.

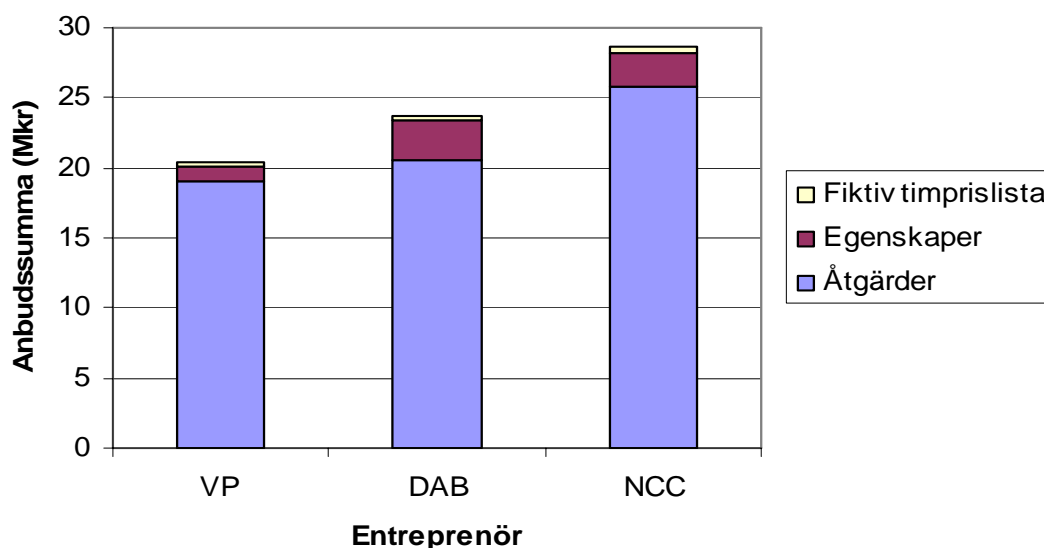
6.1.3 Utsedd entreprenör

Vägverket Produktion hade lägst anbud. Efter ny beräkning av anbudet (åtgärder + tre års egenskaper) blev det slutliga anbudet 22 221 641 kr för perioden 2004-09-01 till 2007-08-31.

6.2 Kommentarer och diskussion

Inlämnade anbud uppdelades på åtgärder, egenskaper och en fiktiv timprislista, se **Figur 6.1**. De inlämnade anbuderna har ett medelvärde för åtgärder 21,8 Mkr och egenskaper 2,1 Mkr samt för den fiktiva timprislistan 0,34 Mkr. För åtgärder kan man se att VP och DAB låg relativt nära varandra i anbudet medan NCC som låg högre drog upp medelvärdet. När det gäller egenskaper låg DAB och NCC nära varandra medan VP som låg betydligt lägre drog ner medelvärdet. För

den fiktiva timprislistan låg VP och DAB relativt nära varandra medan NCC som låg högre drog upp medelvärdet.



Figur 6.1 *Lämnade anbud uppdelat på åtgärder, egenskaper och fiktiv timprislista.*

Av ovanstående figur framgår att VP hade lämnat det lägsta anbudspriset för både åtgärder och egenskaper.

Vägverket Produktion kände sig pressade av att ha tappat Driftområde Uppsala till Skanska i april 2004 och kände sig tvungna att kompensera sig genom att vinna den här entreprenaden. Det var därför som man lämnade in ett mycket snålt räknat anbud jämfört med de övriga anbudslämnarna. VP har ett vinstkrav på ca 7 % - 8 % på det enskilda projektet och ca 2 % - 3 % på bolagsnivå. På det här projektet räknade VP med att göra en vinst på ca 4 %.

Vägverket Produktion lade ner ca 1-2 manmånader på att lämna anbud. Det motsvarar en kostnad i storleksordningen 50 kkr – 150 kkr. VP tyckte att det var svårt att kalkylera tid- och arbetsåtgången för att klara egenskapskraven och föreslog att man kanske borde se åtgärder och egenskaper tillsammans på något sätt i framtiden.

Att det är låga marginaler och samtidigt en hård konkurrens i byggbranschen kan visas med följande enkla överslagsmässiga beräkningsexempel:

Anta att en entreprenad kommer ut på anbud. En erfaren entreprenör uppskattar i ett första skede att en rimlig anbudssumma på entreprenaden överslagsmässigt borde ligga någonstans i storleksordningen 20 Mkr - 25 Mkr. Innan denne beslutar sig för att lägga ner mera tid och pengar på anbudet görs en bedömning av hur många konkurrenter som också kan tänka sig att lämna in ett anbud. Entreprenören uppskattar att det finns 3 - 6 st potentiella anbudsgivare, **säg 5 st** vilket innebär en 1/5 chans att få anbudet. En rimlig vinstmarginal på projektet uppskattar entreprenören till 3 % - 7 %, **säg 4 %**. Entreprenören tar fram sin lathund, **Tabell 6.3**, och ser att den förväntade vinsten när det är 5 st anbudsgivare och ett vinstkrav på 4 % är **0.80 %** av anbudssumman.

Anbudsgivare\Vinstkrav	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %
3 stycken	0,67 %	1,00 %	1,33 %	1,67 %	2,00 %	2,33 %
4 stycken	0,50 %	0,75 %	1,00 %	1,25 %	1,50 %	1,75 %
5 stycken	0,40 %	0,60 %	0,80 %	1,00 %	1,20 %	1,40 %
6 stycken	0,33 %	0,50 %	0,67 %	0,83 %	1,00 %	1,17 %

Tabell 6.3 *En enskild entreprenörs förväntade vinst beroende på antalet anbudsgivare (3 - 6 stycken) och vinstkrav (2 % - 7 %).*

Ovanstående ger entreprenören en förväntad vinst i intervallet 0,8 % (20 – 25) Mkr = 160-200 kkr. Att räkna på anbudet kostar för entreprenören uppskattningsvis ca 50-150 kkr. I det här fallet kan entreprenören gå vidare och räkna mera noggrant innan denne lämnar in ett anbud, eftersom den förväntade vinsten (ca 160-200 kkr) är större än den uppskattade anbudskostnaden (ca 50-150 kkr). Men det är små marginaler och det finns inte mycket till utrymme för misstag och felbedömningar.

Detta exempel visar hur man som anbudsgivare mera selektivt kan gå tillväga jämfört med att bara beräkna förväntad vinst utifrån ”normal vinst” minus kostnad för att lägga anbud (inklusive de man inte fått tidigare).

7. ENTREPRENÖRERNAS SYN PÅ UPPHANDLINGEN

I det här kapitlet redovisas och summeras genomförda intervjuer med de potentiella anbudsgivarna.

7.1 Utvärdering av anbuds- och upphandlingsprocess

För att bättre tillvarata de olika entreprenörernas åsikter om det här projektets anbuds- och upphandlingsprocess genomfördes intervjuer med dessa under november 2004.

7.1.1 Intervjuer med potentiella anbudsgivare

Följande företag har tagit ut handlingar och eventuellt lämnat in ett anbud, se **Tabell 7.1**.

Företag	Adress	Handlingar	Anbud
DAB-Domiflex AB	Box 5, 820 10 Arbrå	Ja	Ja
NCC Construction Sverige AB	Box 810, 721 22 Västerås	Ja	Ja
Vägverket Produktion AB	Box 4018, 171 04 Sundbyberg	Ja	Ja
E-schakt Entreprenad AB	Box 200 74, 161 02 Bromma	Ja	Nej
GBA Grus & Betong AB	Box 502, 136 25 Haninge	Ja	Nej
Skanska Sverige AB	Box 655, 751 27 Uppsala	Ja	Nej

Tabell 7.1 Företag som har tagit ut handlingar och eventuellt lämnat in ett anbud.

Hans Cedermark (HC), CDU, och Håkan Sundquist (HS), KTH, intervjuade under november 2004 de företag som hade tagit ut handlingar. Intervjuerna utfördes genom besök och via telefon, se **Tabell 7.2**. Intervjuerna återfinns i **Bilaga E**.

Företag	Kontaktperson	Besöksintervju	Telefonintervju
DAB-Domiflex AB	Anders Åhlén	-	HC + HS
NCC Construction Sverige AB	Sören Backlund	HC + HS	-
Vägverket Produktion AB	Örjan Nordstrand	HC + HS	-
E-schakt Entreprenad AB	Michael Edberg	HC	-
GBA Grus & Betong AB	Anders Wigren	HS	-
Skanska Sverige AB	Anna Söderberg	-	HS

Tabell 7.2 Intervjuade företag.

7.1.2 Information om projektet till potentiella anbudsgivare

Förutom de vanliga listorna som finns, informerade Vägverket och KTH om projektet på Cement och Betong Institutet (CBI) i Stockholm 2004-02-19 och på Vägverkets kontor i Eskilstuna 2004-03-25. De potentiella anbudsgivarnas intresse att delta i seminariet på CBI och hos Vägverket framgår av **Tabell 7.3**.

Företag	Deltog på CBI	Deltog hos Vägverket	Lämnade anbud
DAB	Nej	Ja	Ja
NCC	Ja	Ja	Ja
Vägverket	Ja	Ja	Ja
E-schakt	Nej	Nej	Nej
GBA	Nej	Nej	Nej
Skanska	Nej	Ja	Nej

Tabell 7.3 *Intervjuade företag och deras deltagande på informationsträffar.*

Man kan se att de företag som visade intresse för informationsträffarna (DAB, NCC, VP och Skanska) också lämnade anbud (förutom Skanska).

7.1.3 Företagens syn på entreprenadformen

Hur de potentiella anbudsgivarna såg på entreprenadformen framgår av **Tabell 7.4**.

Företag	Funktionsentreprenad brounderhåll
DAB	Bra med stor frihet att planera användning av resurser.
NCC	Klart intressant med brounderhållspaket.
VP	Klart intressant med brounderhållspaket.
E-schakt	Tveksam till alltför stora brounderhållsentreprenader.
GBA	Bra med stor frihet att planera användning av resurser.
Skanska	Ett bra första steg för ökad effektivitet av brounderhåll.

Tabell 7.4 *Intervjuade företag och deras syn på entreprenadformen.*

Alla företag tycker att det är bra med brounderhållspaket. De stora företagen vill ha lite större paket och de mindre vill ha lite mindre paket. Man tycker att i ett underhållspaket har man större frihet att planera och använda sina resurser och kan handla upp eventuella underentreprenörer på ett tidigare stadium. Det är ett bra första steg för ökad effektivitet av brounderhållet.

7.1.4 Företagens syn på förfrågningsunderlaget

Hur de potentiella anbudsgivarna såg på förfrågningsunderlaget framgår av **Tabell 7.5**.

Företag	Åtgärder	Egenskaper
DAB	Bra med paket. Men 6-7 Mkr/år är för lite, bör vara minst 10 Mkr/år.	Liten erfarenhet av egenskapskrav.
NCC	Bra med underhållspaket.	Har erfarenhet från Grundpaket Drift.
VP	Bra med underhållspaket.	Har erfarenhet från Grundpaket Drift.
E-schakt	Bra med lite mindre paket.	Ingen erfarenhet av egenskapskrav.
GBA	Bra med underhållspaket.	Viss erfarenhet av egenskapskrav.
Skanska	Bra med underhållspaket.	Har erfarenhet från Grundpaket Drift.

Tabell 7.5 *Intervjuade företag och deras syn på förfrågningsunderlaget.*

De intervjuade företagen tycker att det är bra med underhållspaket när det gäller åtgärder. När det gäller egenskapskrav är det bara de stora bolagen NCC, VP och Skanska som har erfarenhet av Grundpaket Drift sedan tidigare. De mindre företagen DAB, E-schakt Entreprenad och GBA har ingen eller liten erfarenhet av egenskapskrav.

7.1.5 Företagens syn på sina lämnade anbud

DAB lämnade ett anbud på 23 728 040 kr som man tyckte var seriöst genomarbetat och var nära det vinnande anbudet och ansågs ”rätt”. Det är lättare att räkna på färdiga handlingar och ritningar och mycket riskfyllt att räkna på egenskapskraven som man har liten erfarenhet av.

NCC lämnade ett anbud på 28 620 000 kr. Man ansåg att man sannolikt låg för högt på gemensamma funktioner och att det till en del handlar om avskrivningsperioder på utrustning.

Vägverket Produktion lämnade ett anbud på 20 387 943 kr. VP kände sig pressat av att ha tappat Driftområde Uppsala till Skanska i april 2004 och kände sig tvunget att kompensera sig genom att vinna den här entreprenaden. Man anser att det är en konkurrensfördel att kunna sysselsätta folk med vinterväghållning under vintern. Dessutom anlitar man underentreprenörer för vattenbilning och betongsprutning.

E-schakt Entreprenad lämnade inget anbud på grund av att man just då fick orderportföljen full med annat.

GBA lämnade inget anbud på grund av att den arbetschef som berett projektet slutat. Dessutom är det mycket riskfyllt att lämna anbud när man inte har detaljkunskap om vilka verkliga krav som gäller särskilt när det gäller ”egenskaper”.

Skanska lämnade inget anbud på grund av att man inte hade resurser för projektet just då. Dessutom hade broavdelningen svårt att få ett pris på ”egenskaper” från markavdelningen.

7.1.6 Företagens syn på lönsamheten

Hur de potentiella anbudsgivarna såg på lönsamheten framgår av **Tabell 7.6**.

Företag	Funktionsentreprenad brounderhåll
DAB	Goda möjligheter att tjäna pengar på denna typ av arbeten.
NCC	Svårt att konkurrera med VP om priserna på rena broreparationer.
VP	Brounderhållspaket kan förbättra lönsamheten.
E-schakt	Årsentreprenader är att föredra.
GBA	Tror att många företag tjänar bra på typ ”årsentreprenader”.
Skanska	Borde vara möjligt att få sådana här projekt lönsamma.

Tabell 7.6 *Intervjuade företag och deras syn på lönsamheten.*

Alla intervjuade företag tycker att det är bra med brounderhållspaket och att det borde gå att tjäna pengar på detta.

7.1.7 Sammanfattande resultat av intervjuer

De intervjuade företagen tycker alla att ett flerårigt brounderhållspaket är intressant. Stora företag vill ha större volymer och mindre företag verkar föredra mindre volymer att räkna på. Det är lättare att räkna på åtgärderna via färdiga ritningar och handlingar. Att sätta ett bra pris på egenkapskraven upplevdes av de flesta som mycket riskfyllt och svårt. Man kände en osäkerhet om vad beställaren verkligen ville ha och vad det skulle kosta att möta de kraven. Funktionsentreprenader var man principiellt positivt inställd till. Det borde gå att få lönsamhet i ett flerårigt brounderhållspaket.

7.1.8 Utvärdering och diskussion

Byggverksamhet handlar till stor del om att kunna hantera olika risker på ett bra sätt. De enskilda projekten är byggbolagens primära intäktskälla och oförutsedda risker kan orsaka betydande förluster. Med byggbranschens låga marginaler krävs det flera lönsamma projekt för att kompensera ett förlustprojekt. Ett sätt att skaffa sig en bild av hur riskbenägna byggföretagen är, är att titta på deras rörelsemarginaler. (Rörelsemarginalen = Rörelseresultatet/Nettoomsättningen). Rörelsemarginalerna för NCC, Peab, Skanska och Vägverket Produktion framgår av **Tabell 7.7**.

Företag\År	2000	2001	2002	2003	2004	Snitt 2000-2004	Mål
NCC	6,2 %	-3,2 %	4,0 %	0,0 %	2,5 %	1,9 %	Ej angett
Peab	4,2 %	3,5 %	3,2 %	1,5 %	2,4 %	3,0 %	3,5 %
Skanska	6,7 %	1,4 %	0,7 %	3,4 %	3,2 %	3,1 %	4,0 %
VP	-0,6 %	-0,1 %	0,9 %	1,2 %	1,3 %	0,5 %	2,5 %

Tabell 7.7 Rörelsemarginaler för byggbolagen NCC, Peab, Skanska och Vägverket Produktion. Källa bolagens årsredovisningar 2004.

Av sammanställningen ovan framgår att rörelsemarginalen normalt ligger runt 1 % - 3 % för de stora byggbolagen i Sverige. Det borde innebära att de inte är så villiga att ta på sig risker, som inte är tillräckligt kalkylerbara.

Man kan också jämföra byggbolagens nettoomsättning/anställd, se **Tabell 7.8**.

Företag\År	2000	2001	2002	2003	2004	Snitt 2000-2004
NCC	1,54 Mkr	1,69 Mkr	1,77 Mkr	1,88 Mkr	2,05 Mkr	1,78 Mkr
Peab	1,62 Mkr	1,74 Mkr	1,81 Mkr	1,89 Mkr	2,02 Mkr	1,82 Mkr
Skanska	1,70 Mkr	2,06 Mkr	1,91 Mkr	1,90 Mkr	2,25 Mkr	1,96 Mkr
VP	1,72 Mkr	1,91 Mkr	2,14 Mkr	2,30 Mkr	2,46 Mkr	2,11 Mkr

Tabell 7.8 Nettoomsättningen/anställd för byggbolagen NCC, Peab, Skanska och Vägverket Produktion. Källa bolagens årsredovisningar 2004.

Ur ovanstående tabell kan man se att byggbolagen har ungefär samma storleksordning ca 1,8 Mkr – 2,1 Mkr i nettoomsättning/anställd.

Som jämförelse kan man titta på rörelsemarginalerna för några stora verkstadsbolag som är noterade på Stockholmsbörsen, se **Tabell 7.9**.

Företag\År	2000	2001	2002	2003	2004	Snitt 2000-2004
AlfaLaval	5,4 %	7,8 %	8,4 %	8,2 %	8,3 %	7,6 %
AtlasCopco	13,7 %	12,0 %	11,1 %	11,9 %	13,8 %	12,5 %
Electrolux	6,1 %	4,6 %	5,8 %	5,8 %	3,9 %	5,2 %
Sandvik	14,5 %	12,5 %	11,9 %	10,2 %	13,1 %	12,4 %
SKF	9,2 %	8,4 %	9,5 %	8,0 %	10,0 %	9,0 %

Tabell 7.9 Rörelsemarginaler för verkstadsbolagen AlfaLaval, AtlasCopco, Electrolux, Sandvik och SKF. Källa bolagens årsredovisningar 2004.

Av sammanställningen ovan framgår att rörelsemarginalen normalt ligger runt 5 % - 12 % för några stora verkstadsbolag i Sverige, d v s betydligt över byggbranschens 1 % - 3 %.

Man kan också jämföra verkstadsbolagens nettoomsättning/anställd, se **Tabell 7.10**

Företag\År	2000	2001	2002	2003	2004	Snitt 2000-2004
AlfaLaval	1,36 Mkr	1,63 Mkr	1,57 Mkr	1,51 Mkr	1,59 Mkr	1,54 Mkr
AtlasCopco	1,76 Mkr	1,95 Mkr	1,84 Mkr	1,74 Mkr	1,81 Mkr	1,82 Mkr
Electrolux	1,43 Mkr	1,56 Mkr	1,62 Mkr	1,61 Mkr	1,67 Mkr	1,58 Mkr
Sandvik	1,26 Mkr	1,40 Mkr	1,30 Mkr	1,32 Mkr	1,42 Mkr	1,34 Mkr
SKF	0,99 Mkr	1,14 Mkr	1,07 Mkr	1,07 Mkr	1,12 Mkr	1,08 Mkr

Tabell 7.10 Nettoomsättningen/anställd för verkstadsbolagen AlfaLaval, AtlasCopco, Electrolux, Sandvik och SKF. Källa bolagens årsredovisningar 2004.

Av sammanställningen ovan framgår att nettoomsättningen/anställd normalt ligger runt 1.1 Mkr - 1.8 Mkr för några stora verkstadsbolag i Sverige, d v s under byggbranschens 1.8 Mkr - 2.1 Mkr.

Byggbranschen omsätter mera per anställd jämfört med verkstadsbolagen och samtidigt tjänar branschen mindre. Det är inte konstigt att byggbranschen talar om att byggandet måste bli mera industrialiserat.

Eftersom rörelsemarginalerna i byggbranschen är väldigt låga innebär det att byggbolagen måste ha en bra uppfattning om vilka risker som ett visst projekt har. Ett byggbolags förmåga att förutse och hantera riskerna i verksamheten är avgörande för att uppnå ett bra resultat. Ur byggbolagens årsredovisningar för 2004 kan man bland annat läsa följande:

Den viktigaste operativa riskbegränsningen i en entreprenadverksamhet sker i anbudsförfarandet. NCCs övergripande strategi är att ha en selektiv anbudspolitik för att minimera andelen förlustprojekt. NCC prioriterar att lämna anbud på projekt där riskerna är identifierade och därmed möjliga att hantera och kalkylera. Flertalet risker, såsom kontraktsrisker samt tekniska och produktionsmässiga risker, hanteras och minimeras bäst genom samarbete i tidiga skeden med kunden och andra aktörer. Nya samarbetsformer, framför allt NCC Partnering, är därför ett viktigt steg i att begränsa riskerna.

Peabs finansiella mål bryts ner inom varje verksamhetsområde till individuella mål för räntabilitet på sysselsatt kapital och rörelsemarginal. För Bygg och anläggning skall lönsamheten för projektutveckling överstiga 10 procent, förtroendeentreprenader 5 procent medan lönsamheten för övriga entreprenader skall uppgå till minst 3,5 procent.

*Ett viktigt skäl för Skanskas hemmamarknadsstrategi är att reducera riskerna genom att endast vara verksamma där vi är etablerade och har god tillgång till erfarna lokala chefer. Det är också nödvändigt att strikt tillämpa de processer för riskanalys som vi utvecklat, se **Figur 7.11**. Syftet är dels att välja bort de projekt vi inte vill åta oss, dels att sätta pris på de kvantifierbara riskerna för att uppnå en skälig lönsamhet i de projekt vi åtar oss. Det är genom att eliminera förlustprojekt som vi har de största möjligheterna att nå de marginaler vi satt som mål. Detta är högsta prioritet i alla våra byggande enheter.*

Operational Risk Assessment



Figur 7.11 Skanskas riskhantering, Skanskas årsredovisning 2004.

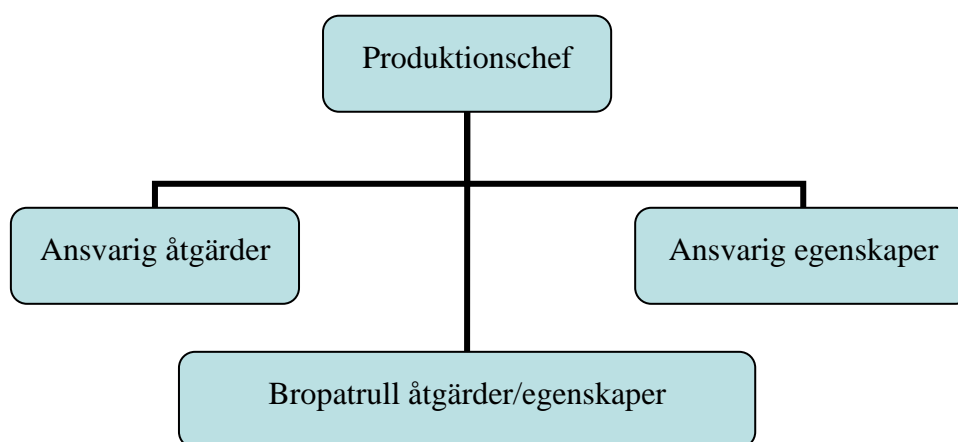
Vägverket Produktion bedriver byggnads-, drift- och underhållsverksamhet inom väg- och anläggningsområdet. Verksamheten ingår som en del i myndigheten Vägverket, men bedrivs i bolagsliknande form utan subventioner. Vägverket Produktion drivs på strikt företagsekonomisk grund och med en redovisning som ansluter till branschpraxis. Avkastningskravet uppgick under 2004 till 1,2 % rörelsemarginal. Målsättningen är att rörelsemarginalen långsiktigt ska uppgå till minst 2,5 %.

Byggbolagen försöker ha riskerna under kontroll för att kunna nå sina rörelsemarginaler. En risk eller förväntad skada kan ses som produkten av sannolikhet och konsekvens. Ju tidigare en entreprenör kan komma in i ett projekt desto bättre kan denne då förhoppningsvis förstå riskerna och därigenom lämna ett anbudspris som troligtvis innebär ett vinstprojekt. Dessutom tillämpar byggbolagen selektiv anbudspolicy för att på så sätt minimera antalet potentiella förlustprojekt.

8. VALD ENTREPRENÖRS DRIFTS- OCH UNDERHÅLLSTRATEGI

8.1 Entreprenörens inledande planering för åren 2005-2007

I anbudet så hade Vägverket Produktion lämnat in en organisation för pilotprojektet, se **Figur 8.1**. Ur figuren kan man se att man har en person som är ansvarig för åtgärder/reparationer (Anders Wiik) och en person som är ansvarig för egenskaper (Dan Flycht). Dessa leder en bropatrull bestående av 6-7 st yrkesarbetare samt eventuella underentreprenörer.



Figur 8.1 Vägverket Produktions organisation för brounderhåll i Uppsala län.

8.1.1 Planering av åtgärder

Enligt kontraktet skulle VP reparera 25 st broar under en treårsperiod. Dessa broar delade man upp i ungefär lika stora årsarbeten, vilket innebar nio st broar 2005, åtta st broar 2006 och åtta st broar 2007. Man tog även hänsyn till de geografiska lägena och delade upp dem i grupperna Norr, Mellan och Söder, se **Tabell 8.1**.

År	Antal broreparationer
2004	-
2005	Nio st broreparationer, vilket ger tre st broreparationer/grupp.
2006	Åtta st broreparationer, vilket ger ca tre st broreparationer/grupp.
2007	Åtta st broreparationer, vilket ger ca tre st broreparationer/grupp.

Tabell 8.1 Vägverket Produktions planering av antal broreparationer per år.

Efter den inledande grova planeringen gjorde VP en mer detaljerad planering med hänsyn till beställarens budget. Beställaren kan betala 6-7 Mkr per år för utförda åtgärder. Entreprenören och beställaren kom under hösten 2004 överens om vilka åtgärder som skulle göras under de olika åren, se **Tabell 8.2, 8.3 och 8.4**. De planerade åtgärdskostnaderna uppskattades till ca 6,5 Mkr för 2005, ca 6,3 Mkr för 2006 och ca 6,2 Mkr för 2007.

Bro nr	Planerade åtgärder att utföras under 2005	Anbud (kkr)	Byggstart
C185	Utbyte kantbalk + omisolering körbana m m	580	apr
C187	Nya räcken på stenstolpar + omisolering körbana	640	jun
C497	Utbyte kantbalk + nya räcken m m	840	apr
C648	Förstärkning av befintlig överbyggnad	920	aug
C657	Utbyte kantbalk + omisolering körbana m m	740	apr
C660	Omisolering av körbana + nya räcken m m	550	jun
C667	Utbyte överbyggnad + nya räcken	870	aug
C682	20 mm täcksiktökning tak, stöd- och vingmurar	520	aug
C687	30 mm sprutbetong på tunnaste stället (rörbro)	840	sep

Σ 6 500 kkr

Tabell 8.2 *VPs och beställarens överenskomna planering av åtgärder för 2005.*

Bro nr	Planerade åtgärder att utföras under 2006	Anbud (kkr)	Byggstart
C172	30 mm sprutbetong på tunnaste stället (rörbro)	780	-
C246	Utbyte kantbalk + omisolering körbana m m	690	-
C292	30 mm sprutbetong på tunnaste stället (rörbro)	560	-
C346	30 mm sprutbetong på tunnaste stället (rörbro)	580	-
C464	Utbyte kantbalk + omisolering körbana m m	1 340	-
C668	Utbyte rörbro	1 360	-
C670	Omisolering av körbana + nya räcken m m	460	-
C677	30 mm sprutbetong på tunnaste stället (rörbro)	570	-

Σ 6 340 kkr

Tabell 8.3 *VPs och beställarens överenskomna planering av åtgärder för 2006.*

Bro nr	Planerade åtgärder att utföras under 2007	Anbud (kkkr)	Byggstart
C063	30 mm sprutbetong på tunnaste stället (rörbro)	780	-
C073	30 mm sprutbetong på tunnaste stället (rörbro)	990	-
C118	30 mm sprutbetong på tunnaste stället (rörbro)	570	-
C143	30 mm sprutbetong på tunnaste stället (rörbro)	920	-
C153	30 mm sprutbetong på tunnaste stället (rörbro)	760	-
C419	Räckesomgjutningar + injekteringar m m	230	-
C472	Utbyte kantbalk + omisolering körbana m m	820	-
C692	Utbyte rörbro	1 080	-

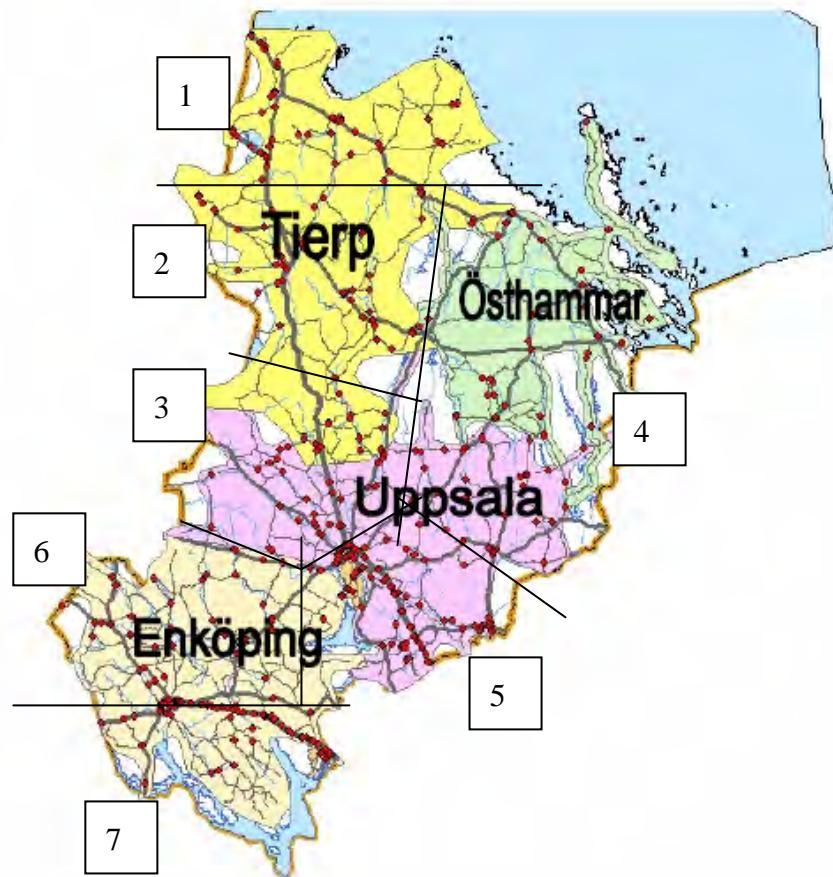
Σ 6 150 kkr

Tabell 8.4 *VPs och beställarens överenskomna planering av åtgärder för 2007.*

Vägverket Produktion tyckte att den här planeringen var bra eftersom man visste redan i oktober 2004 vad man skulle göra 2005 och kunde redan då boka upp två st erfarna broreparatörer från den 1 april 2005.

8.1.2 Planering av egenskaper

Vägverket Produktion delade upp Uppsala län i sju mindre delområden (sju kartor), se **Figur 8.2**. Dessa områden ska gås igenom minst en gång om året med visuella inspektioner och upptäckta brister i egenskapskraven ska åtgärdas. Egenskapskraven enligt ATB Brounderhåll 2002 framgår av **Bilaga C**.



Figur 8.2 *Vägverket Produktions uppdelning av Uppsala län i sju delområden för inspektion av egenskapskrav.*

8.2 Hur entreprenören omsatte sin strategi under 2005

8.2.1 Utförda åtgärder enligt planeringen

VP planerade i ungefär en vecka i februari. Därefter startade man tre st broreparationer i början av april (C185, C497 och C657). Man skulle utföra vattenbilning av kantbalkar och göra betongsprutning. Men två av broreparationerna (C185 och C657) måste avbrytas p g a av att man upptäckte att broarna, som var byggda på 1930-talet, var i för dåligt skick. Efter samråd med beställaren beslöt man att riva broarnas hela överbyggnad och bygga nytt istället för att reparera dem. Resultatet blev att bro C185 fick en ny överbyggnad på befintliga landfästen och att bro C657 fick en ny överbyggnad och nya landfästen. Den tredje bron (C497) blev reparerad som planerat.

De övriga broarna (C187, C648, C667 och C677) blev åtgärdade i stort sett efter planeringen, se **Tabell 8.5**. Enligt önskemål från VP bytte man, på grund av det geografiska läget, bro C677 från 2006 till 2005 mot C687 från 2005 till 2006.

Bro nr	Utförda åtgärder 2005	Byggtid	Kostnad (kkkr)
C185	Ny överbyggnad på befintliga landfästen	apr-jun	1 665
C187	Nytt räcke på stenstolpar	maj-jun	490
C497	Utbyte kantbalkar + täckskiktsökning + landfästen	apr-jun	993
C648	Ny överbyggnad + täckskiktsökning + landfästen	sep-nov	961
C657	Ny överbyggnad på nya landfästen	apr-jun	1 421
C667	Ny överbyggnad	nov-dec	920
C677	Betongsprutning av stålörbro	aug-sep	577

Σ 7 027 kkr

Tabell 8.5 *Utförda åtgärder enligt planeringen för 2005. Anm; kostnaden för broarna C185 och C657 är inklusive förbifart och marklösen.*

Av ovanstående tabell framgår att VMN betalade ca 7,0 Mkr till VP för utförda åtgärder 2005.

VP hade lämnat ett anbudspris på ca 800 kkr för att byta två st kantbalkar på bro C185. VP kom överens med VMN att den här bron skulle repareras under 2005. Under pågående arbeten med kantbalkarna ansåg VP att den kvarvarande broplattan var i för dåligt skick (den var gjuten med sparsten) och föreslog då för VMN att man skulle byta hela överbyggnaden istället. VP lämnade ett takpris på ca 1 600 kkr inklusive merkostnad (ca 150 kkr) och förbifart (ca 300 kkr), dvs ca 1 150 kkr för en ny överbyggnad. Den beräknade totalkostnaden är ca 1/3 dyrare för att byta hela överbyggnaden jämfört med den tidigare planerade åtgärden. VMNs beställare Chamoun och beställarens byggledare fattade det formella beslutet att gå på VP:s linje. Slutresultatet blev en väl utförd överbyggnad på befintliga landfästen, se **Figur 8.3, 8.4** och **8.5**.

Bro C657 fick en ny överbyggnad och nya landfästen, se **Figur 8.6**. Bro C497 blev reparerad som planerat, se **Figur 8.7**. Bro C187 fick nytt räcke på stenstolpar, se **Figur 8.8** och **8.9**. Bro C648 fick ny överbyggnad, täckskiktsökning på betongen och nya landfästen. Dessutom utfördes även bärighetshöjande åtgärder från BK2 till BK1, se **Figur 8.10**. Bro C667 fick en ny överbyggnad i nov-dec 2005. **Figur 8.11** visar hur bron såg ut i september. Bro C677 är en örbro som blev betongsprutad invändigt, se **Figur 8.12**.



Figur 8.3 *Bro C185. Ny överbyggnad.*



Figur 8.4 *Bro C185. Ny överbyggnad på befintliga landfästen.*



Figur 8.5 *Bro C185. Befintliga landfästen från 1929.*



Figur 8.6 *Bro C657. Ny överbyggnad på nya landfästen.*



Figur 8.7 *Bro C497. Utbyte kantbalkar, täcksiktökning på betong och nya landfästen.*



Figur 8.8 *Bro C187. Nytt räcke på stenstolpar.*



Figur 8.9 *Bro C187. Nytt räcke på stenstolpar passar bra till den gamla stenbron.*



Figur 8.10 *Bro C648. Ny överbyggnad, täcksiktetsökning på betong och nya landfästen samt bärighets-
höjande åtgärder från BK2 till BK1.*



Figur 8.11 *Bro C667. Hur bron såg ut innan den fick en ny överbyggnad.*



Figur 8.12 *Bro C677. Rörbro som blev betongsprutad invändigt.*

8.2.2 Akut åtgärd utförd

Under hösten skedde ett brott på rörbro C679, se **Figur 8.13**.



Figur 8.13 Bro C679. Det skedde ett brott på den högra sidan av rörbron.

Det blev nödvändigt att snabbt byta ut den trasiga rörbron eftersom den ligger på en viktig näringslivsväg (väg 273). VMNs George Chamoun ringde länsstyrelsen och fick klartecken för miljödöm direkt på grund av trafiksäkerhetsskäl. Den extra akuta åtgärden utfördes av VP. Byggtiden var sep-okt 2005 och kostnaden blev ca 2 130 kkr inklusive förbifart och marklösen.

8.2.3 Planerade åtgärder som har senarelagts

När VP började bilda den ena ”kantbalken” på bro C660 upptäcktes att betongen var i sämre skick än man tidigare hade trott, se **Figur 8.14**. Därför beslöt VMN att avbryta de planerade åtgärderna och utreda några olika åtgärdsalternativ.



Figur 8.14 Bro C660. Betongen i kantbalken var i sämre skick än man hade trott.

För bro C660 kan man göra en överslagsmässig LCC kalkyl med följande förutsättningar:

- **Alternativ A;** Laga befintlig kantbalk, snygga till slänten och sätt nya räcken. Kostnad ca 300 kkr. Efter x antal år gör man alternativ B.
- **Alternativ B;** Riv befintlig betongbro, lägg en ny stor rörbro och sätt nya räcken. Kostnad ca 1 000 kkr.
- Den uppskattade kostnaden för alternativ A och B är exklusive eventuella trafikomläggningar.
- Räkna med en diskonteringsränta $p = 4\%$.

Frågan blir hur många år som krävs för att alternativ A ska vara lönsammare att utföra nu jämfört med att utföra alternativ B nu. Nuvärdet av alternativ B_{nu} efter n år beräknas med formeln

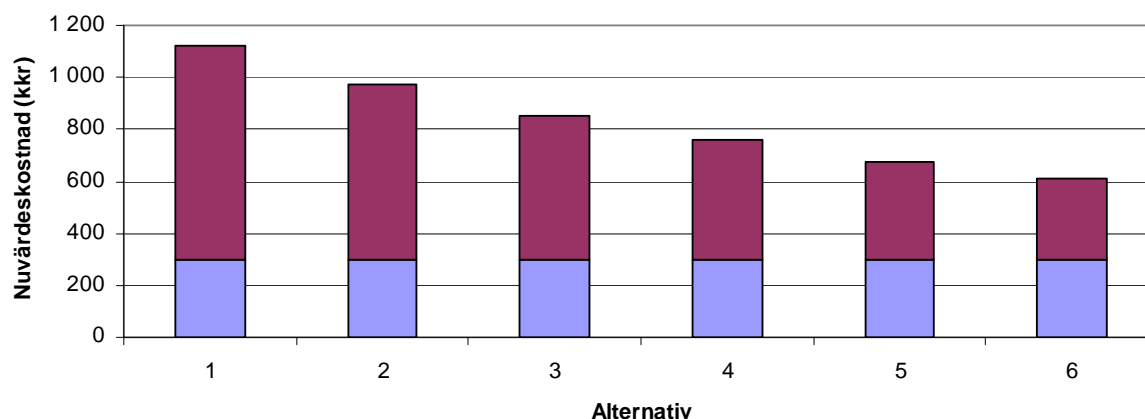
$$B_{nu} = \frac{B}{(1+p)^n} \quad \text{ekv. (8.1)}$$

där alternativ B är kostnaden i dagens penningvärde. I **Tabell 8.6** antar vi att man utför alternativ A nu och alternativ B om 5, 10, 15, 20, 25 eller 30 år.

ALTERNATIV	A kostnad (nu)	n (år)	B kostnad (LCC)	A+B (kkr)
Kostnad nu	300	0	0	300
(1) Nuvärdeskostnad om ny bro efter 5 år	300	5	822	1 122
(2) Nuvärdeskostnad om ny bro efter 10 år	300	10	676	976
(3) Nuvärdeskostnad om ny bro efter 15 år	300	15	555	855
(4) Nuvärdeskostnad om ny bro efter 20 år	300	20	456	756
(5) Nuvärdeskostnad om ny bro efter 25 år	300	25	375	675
(6) Nuvärdeskostnad om ny bro efter 30 år	300	30	308	608

Tabell 8.6 Några överslagsmässiga LCC beräkningar av alternativ A+B för bro C660.

Resultatet av alternativ A+B visas även i **Figur 8.15**.



Figur 8.15 Resultatet av alternativ A+B för bro C660.

Med ledning av ovanstående beräkningar kan man dra slutsatsen att om åtgärden A förväntas hålla mer än 10 år, är det lönsamt att vänta med åtgärd B tills senare eftersom nuvärdeskostnaden 976 kkr är lägre än 1 000 kkr. Om åtgärd A förväntas hålla mindre än 10 år, bör man utföra åtgärd B nu istället.

Både åtgärd A och B behöver möjligen göras. Inget optimum verkar finnas utan ju längre man kan vänta på B desto bättre.

Eftersom beställarens pengar för 2005 hade tagit slut så beslöt man att utföra bro C682 under 2006 istället, se **Tabell 8.7**. Bro C687 ska göras under 2006 istället för 2005 enligt önskemål från VP.

	Kommentarer	Byggstart
C660	Beställaren funderar tills vidare på lämpliga åtgärder	?
C682	Skall göras under 2006 istället för 2005	
C687	Skall göras under 2006 istället för 2005	

Tabell 8.7 Planerade åtgärder för 2005 som har senarelagts.

8.2.4 Uppfyllande av egenskapskrav

Entreprenören besiktar en gång om året de sju delområdena och noterar brister på de sju kartorna. Entreprenören har egna koder för de sex vanligaste bristerna och en kod för övrigt. Akuta brister åtgärdas så fort som möjligt. Icke-akuta brister vill VP vänta med att åtgärda tills en tillräckligt ekonomiskt försvarbar volym finns att utföra. Under maj-sep 2005 inspekterades alla broar av VPs Dan Flycht och han noterade 186 brister som åtgärdades och senare verifierades i BaTMan, se **Tabell 8.8**. Han fann 186 st brister på 404 st konstruktioner, vilket ger en Brist/Konstruktion = 0,46. Ur tabellen framgår att de fem vanligaste skadetyperna är växtlighet, rörelse, slitage, urspolning och vittring. Dessa står för 95 % av bristerna.

Skadetyper	Antal brister 2005	%
Växtlighet	92	49,5 %
Rörelse	43	23,1 %
Slitage	24	12,9 %
Urspolning	13	7,0 %
Vittring	5	2,7 %
Lös	4	2,2 %
Förorening	2	1,1 %
Spricka	1	0,5 %
Genomflöde	1	0,5 %
Sättning	1	0,5 %
TOTALT	186	100 %

Tabell 8.8 Antal brister för respektive skadetyper som noterades av VPs Dan Flycht vid broinspektionerna 2005 och därefter åtgärdades.

Man kan se hur antalet brister fördelade sig på antalet konstruktioner i **Tabell 8.9**.

Antal brister	Antal konstruktioner	%	Summa brister	%
0	250	61,9 %	0	0 %
1	124	30,7 %	124	66,7 %
2	28	6,9 %	56	30,1 %
3	2	0,5 %	6	3,2 %
TOTALT	404	100 %	186	100 %

Tabell 8.9 *Antalet noterade och åtgärdade brister fördelat på antalet konstruktioner.*

Av tabellen ovan framgår att en majoritet av broarna 250 st (61,9 %) inte hade några brister och att en mindre del (7,4 %) hade två eller tre brister.

Man kan även dela in noterade och åtgärdade brister efter vägens storlek. I Uppsala är de viktigaste vägarna E4 och E18. Antalet noterade och åtgärdade brister per konstruktion för vägarna E4 och E18 framgår av **Tabell 8.10**. 77 st brister på 112 st konstruktioner, vilket ger en Brist/ Konstruktion = 0,69. Antalet noterade och åtgärdade brister per konstruktion för övriga vägar framgår av **Tabell 8.11**. 109 st brister på 292 st konstruktioner, vilket ger en Brist/Konstruktion = 0,37.

Antal brister	Antal konstruktioner E4/E18	%	Summa brister	%
0	50	44,6 %	0	0 %
1	48	42,9 %	48	62,3 %
2	13	11,6 %	26	33,8 %
3	1	0,9 %	3	3,9 %
TOTALT	112	100 %	77	100 %

Tabell 8.10 *Antalet noterade och åtgärdade brister fördelat på antalet konstruktioner för vägarna E4 och E18.*

Antal brister	Antal konstruktioner Övriga vägar	%	Summa brister	%
0	200	68,6 %	0	0 %
1	76	26,0 %	76	69,7 %
2	15	5,1 %	30	27,5 %
3	1	0,3 %	3	2,8 %
TOTALT	292	100 %	109	100 %

Tabell 8.11 *Antalet noterade och åtgärdade brister fördelat på antalet konstruktioner för övriga vägar.*

VP noterade och åtgärdade 0,69 Brist/Konstruktion på de viktiga vägarna E4 och E18 jämfört med 0,37 Brist/Konstruktion för övriga vägar. Detta kan tolkas som att man satsade lite mera på underhållet på de viktiga vägarna jämfört med de övriga vägarna. Man kan även tolka det som att bristerna av någon anledning blir fler på vägarna E4 och E18, kanske på grund av den större trafikmängd som passerar över broarna.

Vid broinspektionerna noterade VPs Dan Flycht brister i följande konstruktionsdelar och konstruktionselement som senare åtgärdades, se **Tabell 8.12**. De fem vanligaste konstruktionsdelarna som han har noterat och åtgärdat brister i är slänt och kon, kon, slitlager, kantbalk och fyllning erosionsskydd. Dessa står för 93 % av bristerna 2005.

Konstruktionsdel	Antal brister 2005	%
Slänt och kon	99	53,5 %
Kon	43	23,1 %
Slitlager	24	12,9 %
Kantbalk	4	2,2 %
Fyllning erosionsskydd	3	1,6 %
Hela konstruktionen	3	1,6 %
Belysningskonsol	2	1,1 %
Beläggning	1	0,5 %
Slitlager fogmassa	1	0,5 %
Skyddsnät järnväg	1	0,5 %
Skiljeremsa	1	0,5 %
Räcke	1	0,5 %
Slänt	1	0,5 %
Ytavlopp	1	0,5 %
Stöd	1	0,5 %
TOTALT	186	100 %

Tabell 8.12 *Antal brister för respektive konstruktionsdel som noterades av VPs Dan Flycht vid broinspektionerna 2005 och senare åtgärdades.*

VPs Dan Flycht anser att alla (större) brister blev upptäckta och åtgärdade samt verifierade i BaTMan senast den 31 oktober 2005. Vägverket Produktion fick 1 083 kkr av VMN för uppfyllande av egenskapskrav 2005 enligt entreprenadkontraktet.

8.2.5 Åtgärdstider för uppfyllande av egenskapskrav

I **Bilaga B**, ”Teknisk beskrivning, Underhåll av bro (TBbu), för egenskaper”, framgår tiden från det att en brist är upptäckt till dess att egenskapskravet ska vara återuppfyllt.

Om alla egenskapskrav ska vara uppfyllda hela tiden för alla broar så sprängs alla nuvarande utgiftstak. Tiden 14 dygn för att återuppfylla egenskapskrav efter upptäckt eller kännedom om en brist är för knapp för icke-akuta brister anser VP, som önskar åtgärda eventuella brister när volymen är tillräckligt stor för åtminstone några dagars arbete. VPs kommentarer om åtgärdstider för de olika egenskapskraven återfinns i **Bilaga D**.

Vägverket Produktion föreslår att man besiktigar det första kalenderhalvåret och åtgärdar de akuta brister som upptäcks då. Akuta brister behöver definieras närmare men kan t ex vara beläggning mot bro, slag mot bro, sättningar i slänt och kon samt urspolning. Resterande brister åtgärdas och verifieras i beställarens förvaltningssystem BaTMan senast den 31 oktober varje år. Efter registreringen i BaTMan får VP betalt av VMN för egenskapskravens uppfyllande.

Vägverket Produktion föreslår att röjning av mindre växtlighet tidigast ska ske efter den 1 augusti. Man erinrade sig från 1970-talet att det inte fick stå något träd som skuggade bron på våren. Bron skulle kunna torka ut utan att orsaka någon frostsprängning. Därför kan man röja större träd och buskar under våren och spara den mindre växtligheten till efter sommaren.

Vidare kan man fråga sig hur man ser på egenskapskraven under vintern och vilka åtgärdstider som är lämpliga.

8.3 Beställarens uppföljning under 2005

8.3.1 Åtgärder

Beställaren deltar i byggmöten tillsammans med VP en gång/månad och har telefonkontakt med entreprenörerna minst en gång/vecka. Beställarens byggleddare för åtgärder har kontakt med entreprenören flera gånger i veckan.

8.3.2 Egenskaper

Haim (2005) har genom sitt examensarbete följt upp hur entreprenören har uppfyllt egenskapskraven under entreprenadens första år. På uppdrag av VMN inspekterade Haim och entreprenörens egenskapsansvarige Flycht de brokonstruktioner som ingår i bropaketet underhåll innan entreprenaden började. Inspektionerna utfördes under perioden jun-sep 2004 och resultaten registrerades i BaTMan. De fann 309 st brister på 350 st konstruktioner, vilket gav en Brist/Konstruktion = 0,88.

Ett år senare, jun-sep 2005, inspekterade Haim på egen hand alla brokonstruktioner för VMNs räkning och resultaten registrerades i BaTMan. Han fann 283 st brister på 404 st konstruktioner, vilket gav en Brist/Konstruktion = 0,70. Det innebär att Brist/Konstruktion har sjunkit med ca 20 %, från 0,88 till 0,70, under entreprenadens första år, enligt Haims inspektioner.

Hur antalet brister fördelar sig på de olika skadetyperna framgår av **Tabell 8.13**. Man ser att de fem vanligaste skadetyperna är växtlighet, urspolning, spricka, rörelse och slitage. Dessa står för 81,6 % av bristerna 2004 respektive 84,5 % av bristerna 2005.

Skadetyper	Antal brister 2004	%	Antal brister 2005	%
Växtlighet	87	28,2 %	82	29,0 %
Urspolning	72	23,3 %	68	24,0 %
Spricka	42	13,6 %	41	14,5 %
Rörelse	31	10,0 %	30	10,6 %
Slitage	20	6,5 %	18	6,4 %
Lös	18	5,8 %	16	5,7 %
Förorening	16	5,2 %	8	2,8 %
Vittring	14	4,5 %	12	4,2 %
Saknas	4	1,3 %	3	1,1 %
Brott	3	1,0 %	3	1,1 %
Tät	2	0,6 %	2	0,7 %
TOTALT	309	100 %	283	100 %

Tabell 8.13 *Antal brister för respektive skadetyper som noterades av VMNs Haim vid broinspektionerna 2004 och 2005, Haim (2005).*

Under broinspektionerna noterades bristerna i följande konstruktionsdelar och konstruktions-element, se **Tabell 8.14**. De fem vanligaste konstruktionsdelarna som han har noterat brister i är slänt och kon, beläggning, kon, slitlager och kantbalk. Dessa står för 83,5 % av bristerna 2004 respektive 82,7 % av bristerna 2005.

Konstruktionsdel	Antal brister 2004	%	Antal brister 2005	%
Slänt och kon	151	48,9 %	137	48,4 %
Beläggning	46	14,9 %	41	14,5 %
Kon	23	7,4 %	23	8,1 %
Slitlager	20	6,5 %	18	6,4 %
Kantbalk	18	5,8 %	15	5,3 %
Slitlager fogmassa	12	3,9 %	12	4,2 %
Slänt	8	2,6 %	7	2,5 %
Fyllning erosionsskydd	5	1,6 %	5	1,8 %
Fogmassa	4	1,3 %	4	1,4 %
Lagerpall	4	1,3 %	4	1,4 %
Skyddsnet	3	1,0 %	3	1,1 %
Hela konstruktionen	3	1,0 %	3	1,1 %
Kon ytbeklädnad	3	1,0 %	3	1,1 %
Ytavlopp	2	0,6 %	2	0,7 %
Pelare	2	0,6 %	2	0,7 %
Slänt ytbeklädnad	1	0,3 %	1	0,4 %
Ståndare	1	0,3 %	1	0,4 %
Stänkskydd infästning	1	0,3 %	1	0,4 %
Övergångskonstruktion	1	0,3 %	0	0 %
Skiljeremsa	1	0,3 %	1	0,4 %
TOTALT	309	100 %	283	100 %

Tabell 8.14 Antal brister för respektive konstruktionsdel som noterades av VMNs Haim vid broinspektionerna 2004 och 2005, Haim (2005).

Skadetyperna växtlighet och urspolning är i huvudsak kopplade till konstruktionsdelen slänt och kon, vilket innebär att slänt och kon står för ungefär hälften av alla brister i Uppsala län 2005.

8.4 Bedömning av uppnådda resultat för 2005

Man hade planerat att utföra nio st åtgärder under 2005. Utfallet blev sju st utförda åtgärder + en akut utförd åtgärd utanför pilotprojektets planering (C679). Den sammanlagda kostnaden för dessa åtgärder (7+1 st) blev 9 172 kkr. Dessutom tillkom extra beställningar för klottersanering (ca 20 st), åtgärd av räckesståndare på en gammal stenbro (C165) samt reparation av stänkskydd till en sammanlagd kostnad av 560 kkr.

2005 betalade VMN till VP totalt 10 815 kkr fördelat på åtgärder 9 172 kkr + egenskaper 1 083 kkr + extra beställningar 560 kkr.

VP anser att ett län är ett lagom stort område för en bropatrull. Man kan föra en vettig dialog med beställaren och få en flexibilitet för utförandet. Något som man tycker gagnar bägge parter.

Vägverket Produktion är beroende av sina vägstationer i Tierp, Östhammar, Enköping och Uppsala. Det finns samordningsvinster och man kan dra nytta av den större friheten genom att ha fler arbetare igång.

Det här projektet skiljer sig specifikt från vanliga underhållskontrakt genom att VP kan handla upp eventuella underentreprenörer på ett tidigare skede. Detta medför en bättre planering och att man dessutom kan räkna på jobb i närheten.

Vägverket Produktion fick underhållskontraktet och ställer sig lite undrande till varför VMN gick ut med nya upphandlingar avseende andra broreparationer i Uppsala län strax efter kontraktets undertecknande 2004. VMNs George Chamoun sa att han inte ville ta bort konkurrenterna på brosidan i Uppsala län. Man kan kommentera detta med att Vägverket inte var redo att släppa allt brounderhåll till en entreprenör på en gång. Men samtidigt kan man förstå att det måste kännas konstigt för Vägverket Produktion, som har ansvar för egenskapskraven för alla broar, att inte få alla broreparationer i Uppsala län. Om Vägverket handlar upp brounderhåll borde den entreprenör som har underhållskontraktet få ”förtur” till tillkommande reparationer.

8.4.1 Åtgärder

Åtgärdspaketet är bra tycker VP eftersom man kan jämna ut skillnaderna i enskilda broreparationsprojekt. Man har hittills haft ett gott samarbete med beställaren. Man har haft en mycket stor flexibilitet med beställaren när det gäller att ändra broreparationer från ett år till ett annat och detta anser man har gynnat bägge parter.

VMN tycker att det har fungerat mycket bra med entreprenören när det gäller åtgärdspaketet.

8.4.2 Egenskaper

Beställaren vill att alla upptäckta brister skall åtgärdas enligt kontraktet, men har en förståelse för entreprenörens syn på det hela. VMN tycker att det har blivit en förbättring när det gäller uppfyllande av egenskapskraven jämfört med brounderhållet i Grundpaket Drift. Men VMN anser att man inte har nått ända fram ännu och detta beror huvudsakligen på en lång tids uppbyggd eftersläpning av brounderhållet. Detta beror till stor del på att brounderhållet i Grundpaket Drift har en låg prioritet hos entreprenörerna. VMNs mål under 2006 är att antalet Brister/Konstruktion ska minska till storleksordningen 0,3 och i det närmsta vara 0 under 2007, grundat på beställarens egna inspektioner.

Entreprenören vill ha tillräcklig volym för att åtgärda icke-akuta brister.

Enligt VP så kan en strategi för att minska bristerna till nästa år vara att:

- Röja träd och grova buskar under tidig vår och mindre växtlighet efter semestern.
- Reparera beläggningen i samråd med i första hand VPs egna beläggningsverksamhet och i andra hand med andra entreprenörer.

- Fylla på med bättre material i slänter och koner samt minska släntlutningarna från i vissa fall 1:1 ner till säg 1:2 där det finns utrymme för att göra så. Detta för att minska risken för framtida urspolningar och sättningar. Ett annat alternativ är att montera på s k L-stöd mot befintliga kantbalkar för att på så sätt skapa förutsättningar för en flackare släntlutning, se **Figur 8.16**. Ovanstående förslag tycker VMNs George Chamoun är bra och anser att det är en förhandlingssituation mellan beställare och entreprenör, eftersom det är en kombination av tilläggsarbeten och uppfyllande av egenskapskrav.



Figur 8.16 Bro C57. Monterat L-stöd mot befintliga kantbalkar, se pil.

8.4.3 Jämförelse av genomförda inspektioner av egenskapskrav

Under 2005 inspekterade både entreprenören och beställaren, var för sig, egenskapskraven för alla broar i Uppsala län. Enligt avsnitt 8.2.4 noterade entreprenören 186 st brister och enligt avsnitt 8.3.2 noterade beställaren 283 st brister. Man kan fråga sig varför beställaren noterade så många fler brister än entreprenören för samma broar.

Man kan börja med att jämföra de fem vanligaste skadetyperna som VPs Flycht och VMNs Haim hade noterat, se **Tabell 8.15**.

Skadetyper	Antal brister enligt Flycht	%	Antal brister enligt Haim	%
Växtlighet	92	49,5 %	82	29,0 %
Rörelse	43	23,1 %	30	10,6 %
Slitage	24	12,9 %	18	6,4 %
Urspolning	13	7,0 %	68	24,0 %
Vittring	5	2,7 %	12	4,2 %
Spricka	1	0,5 %	41	14,5 %
Övrigt	8	4,3 %	32	11,3 %
TOTALT	186	100 %	283	100 %

Tabell 8.15 Antal brister för respektive skadetyper som noterades av VPs Flycht respektive VMNs Haim under deras broinspektioner 2005.

Av ovanstående tabell framgår att man hade olika syn huvudsakligen på skadetyperna urspolning och spricka.

Vidare kan man jämföra de fem vanligaste konstruktionsdelarna som brister hade noterats i, se **Tabell 8.16**.

Konstruktionsdel	Antal brister enligt Flycht	%	Antal brister enligt Haim	%
Slänt och kon	99	53,5 %	137	48,4 %
Kon	43	23,1 %	23	8,1 %
Slitlager	24	12,9 %	18	6,4 %
Kantbalk	4	2,2 %	15	5,3 %
Fyllning erosionsskydd	3	1,6 %	5	1,8 %
Beläggning	1	0,5 %	41	14,5 %
Övrigt	12	6,5 %	44	15,5 %
TOTALT	186	100 %	283	100 %

Tabell 8.16 Antal brister för respektive konstruktionsdel som noterades av VPs Flycht respektive VMNs Haim under deras broinspektioner 2005.

Av ovanstående tabell framgår att man hade olika syn på brister huvudsakligen för konstruktionsdelarna slänt och kon, kantbalk och beläggning.

En av förklaringarna till skillnaderna i syn på brister är förmodligen att VMNs Haim värderar enligt ATB Brounderhåll 2002, *Vägverket (2002b)*, under det att VPs Flycht förutom att värdera enligt ATB Brounderhåll 2002 även lägger in sin mer än trettioåriga erfarenhet av brounderhåll.

VPs Flychts kommentarer till ovanstående är att VMNs Haim har visat denne på t ex små brister i slänter och koner samt små sprickor i beläggnings. Dessa är brister enligt ATB Brounderhåll 2002, men VPs Flycht har bedömt att bristerna är försumbara och har väldigt lite med en brosfunktion att göra. VPs Flycht anser att alla (större) brister blev upptäckta och åtgärdade samt verifierade i BaTMan senast den 31 oktober 2005.

En annan förklaring kan vara tidpunkten för inspektion t ex om VPs Flycht inspekterar en bro i maj och VMNs Haim inspekterar samma bro i augusti, så kan växtligheten ha ökat på den tiden från ingen brist i maj till en brist i augusti.

Av ovanstående framgår att det är viktigt att precisera mätmetoder och tolkningar för egenskapskrav för just de egenskaper där det visade sig finnas betydande oenighet mellan observatörerna.

8.5 Entreprenörens planering för 2006

I slutet av 2005 planerade Vägverket Produktion i samråd med VMNs George Chamoun utförandet av åtgärder och egenskaper för 2006. Man planerar att utföra tio st åtgärder, till en sammanlagd kostnad av ca 6,6 Mkr, istället för som ursprungsplanerat åtta st åtgärder. D v s man räknar med att i stort sett komma ikapp ursprungsplanen under 2006.

8.5.1 Åtgärder

De planerade åtgärderna framgår av **Tabell 8.17**. Broreparationerna påbörjades under april 2006. VP handlade under mars 2006 upp en underentreprenör för betongsprutning av rörbroarna C687, C172, C292, C346 och C118.

Bro nr	Kommentarer	Byggstart
C682	Skall göras under 2006 istället för 2005	aug
C687	Skall göras under 2006 istället för 2005 (rörbro)	jun
C172	Skall göras enligt plan (rörbro)	jun
C246	Skall göras enligt plan	apr
C292	Skall göras enligt plan (rörbro)	aug
C346	Skall göras enligt plan (rörbro)	jul
C464	Skall göras enligt plan	apr
C670	Skall göras enligt plan	maj
C118	Skall göras under 2006 istället för 2007 (rörbro)	maj
C419	Skall göras under 2006 istället för 2007	aug
C660	Beställaren funderar tills vidare på lämpliga åtgärder	?
C668	Är lagd under bevakning tills vidare av beställaren	?

Tabell 8.16 Planerade åtgärder för 2006.

8.5.2 Egenskaper

VPs Dan Flycht hade ingen riktig inspektionsplan 2005 utan det var mest fokus på att hinna inspektera och åtgärda eventuella brister samt registrera i BaTMan senast den 31 okt. Detta eftersom VP får betalt först för en bro av VMN när den är registrerad i BaTMan med alla brister släckta.

För att få en tydligare struktur mot beställaren under 2006 planerar Vägverket Produktion att inspektera broarna i Tierps och Östhammars driftområden och åtgärda upptäckta brister i egenskapskraven före semestern. Efter semestern planerar man att inspektera och åtgärda upptäckta brister i egenskapskraven för broarna i Uppsala och Enköpings driftområden.

Entreprenören förväntar sig att det ska vara färre brister att åtgärda under 2006 jämfört med 2005.

9. BEDÖMNING AV BROARNA EFTER INSPEKTION HÖSTEN 2005

9.1 Inspektion och bedömning av broarna

Under augusti-september 2005 besöktes samtliga 404 brokonstruktioner och de bedömdes okurlärt av författaren utifrån en bilists funktionskrav på en bro, d v s säker överfart, jämn köryta och möjligheten att hålla samma hastighet på bron som på anslutande väg, se **Tabell 9.1**.

Säker överfart	Ja	Nej	
Antal brokonstruktioner	404	0	
Jämn köryta	Ja	Lite ojämn	Ojämn
Antal brokonstruktioner	361	34	9
Samma hastighet	Ja	Möjligt	Tveksamt
Antal brokonstruktioner	361	34	9

Tabell 9.1 *Antal brokonstruktioner som uppfyllde en bilists funktionskrav på säker överfart, jämn köryta och möjlighet att hålla samma hastighet, enligt författarens bedömning hösten 2005.*

Av ovanstående tabell framgår att samtliga broar är säkra att köra över, d v s den bärande konstruktionen är i gott skick och det finns skyddsräcken som fungerar. Huvuddelen (98 %) av broarna har en jämn köryta som gör det möjligt att hålla samma hastighet som på anslutande väg. Endast nio st broar, som alla ligger på små vägar med liten trafikmängd, har en ojämn köryta som gör att man måste bromsa ner på farten. Sammanfattningsvis kan man konstatera att broarna över lag är i gott skick och att det endast är mindre korrigeringar som är nödvändiga för att uppfylla en bilists funktionskrav på säker överfart, jämn köryta och möjlighet att hålla samma hastighet.

9.2 Tidsåtgång för inspektion

Tidsåtgången för att översiktligt inspektera en bro är i genomsnitt av storleksordningen 10-15 min och man hinner med ca 15-25 broar på en dag, inklusive restid, om man i förväg har planerat sina broinspektionsrundor. Om man räknar med att man i genomsnitt hinner med att besöka 20 broar på en dag, så tar det en månad att bara besöka Uppsala läns alla broar. Sedan tillkommer bearbetning av resultaten från inspektionerna och eventuell rapportering i olika system. Den tiden kan uppskattas till ½-1 månad, d v s totalt 1 ½ -2 månader för att besöka alla 404 broar och sedan bearbeta resultaten från inspektionerna.

När man har planerat sina broinspektionsresor får man räkna med att köra någonstans i storleksordningen 250-300 mil för att genomföra dessa, beroende på utgångspunkt för resorna. Författaren hade Uppsala som utgångspunkt och han fick köra ca 260 mil för att besöka alla 404 broar i Uppsala län, vilket innebär ett medelavstånd på ca $2600/404 = 6,4$ km/bro.

10. SLUTSATSER OCH KOMMENTARER

I det här kapitlet besvaras och kommenteras de forskningsfrågor som ställdes i avsnitt 1.4. Dessutom kommenteras vad vi har lärt oss hittills i projektet och om Vägverket har nått målen med projektet. Kapitlet avslutas med rekommendationer till fortsatta studier, forskning och utveckling.

10.1 Besvarande av forskningsfrågor samt kommentarer

10.1.1 Går det att formulera funktionskrav/egenskapskrav som är mätbara?

Denna fråga kan inte besvaras nu. Däremot föreslås fortsatta studier under avsnitt 10.5.

10.1.2 Hur ser entreprenörer på möjligheten att använda funktionskrav/egenskapskrav?

Erfarenheter från funktionsupphandlingar, se kapitel 2, visar att entreprenörerna i regel uppfattar det som positivt och stimulerande att ta fram egna lösningar på beställarens funktionskrav. Dessutom är bra bonus/vite system en drivkraft för bra lösningar för bägge parter, vilket framgår ur avsnitt 2.8.1 som behandlar funktionsentreprenad beläggningsunderhåll för väg E4 genom Östergötland.

Vägverket som beställare kommer alltid att ha det yttersta ansvaret för bronns funktion. Därför gäller det att klart definiera entreprenörens ansvar i anbudshandlingarna.

10.1.3 Hur stort var intresset att delta i upphandlingen?

Eftersom bara tre av de sex entreprenörer som tog ut anbudshandlingar lämnade in ett anbud, så kan man dra slutsatsen att det var ett svalt intresse från entreprenörernas sida.

Anledningen till detta är nog huvudsakligen att entreprenörerna upplevde en osäkerhet om vad uppfyllande av egenskapskraven kommer att kosta och att åtgärds paketet var för litet. VMN hade i styrgruppsmöten under 2003 flaggat för egenskapskostnader i storleksordningen 1 Mkr/år och åtgärder för ca 6 Mkr/år, d v s ca 7 Mkr/år.

Om man räknar med en bropatrull på 3 - 6 man och att varje person omsätter i storleksordningen 2 Mkr/år, så kommer man till en summa av 6 Mkr - 12 Mkr/år. Därför är en entreprenadsumma om minst ca 10 Mkr/år rimlig för att öka intresset för en entreprenör att lägga anbud.

Byggbolagens rörelsemarginaler ligger runt 2 % - 3 %, vilket är lågt i förhållande till andra branscher. Det verkar som om låga vinstmarginaler kombinerat med osäkerhet i entreprenadens omfattning ger få anbudsgivare. Byggbolagen prioriterar lönsamhet före tillväxt och väljer därför bort projekt som kan medföra potentiella förluster.

Eftersom byggbolagen tyckte att det var svårt och riskfyllt att prissätta egenskapskraven så borde beställaren Vägverket region Mälardalen förtydliga vad man egentligen förväntar sig av en utsedd entreprenör.

För beställaren gäller det att skapa ett flerårigt bropaket som det är relativt lätt att räkna på, om man vill ha flera anbudsgivare. Att räkna på åtgärder är lätt tycker de flesta byggbolag. Men när det gäller egenskapskraven är det mycket viktigt att man klart och tydligt talar om vilka risker dessa kan innebära för en entreprenör. Man kan kanske använda fiktiva mängder för egenskapskraven.

För att få fler anbud så kan Vägverket förslagsvis ersätta de seriösa anbudsgivarna som inte fick kontraktet med en schablonersättning kanske i storleksordningen 50 kkr.

10.1.4 Hur lägger utsedd entreprenör upp sitt arbete?

Vägverket Produktion planerade att utföra 25 st åtgärder under entreprenadtiden samt uppfylla egenskapskraven. De 25 st åtgärder delade man upp i ungefär lika stora årsarbeten, vilket innebär nio st åtgärder 2005, åtta st åtgärder 2006 och åtta st åtgärder 2007. Under entreprenadens första år utförde VP sju st planerade åtgärder och en akut utförd åtgärd. När det gäller egenskapskraven så satsade VP mest kraft på skadetyperna växtlighet, rörelse, slitage, urspolning och vitt-ring. VP förväntar sig att det ska vara färre brister att åtgärda i egenskapskraven under 2006 jämfört med 2005. I kapitel 8 redovisas mera detaljerat hur VP lägger upp sitt arbete.

10.1.5 Får broarna ett bättre underhåll av en speciell bropatrull?

I det här pilotprojektet har brounderhåll lyfts upp till en egen aktivitet, helt i linje med Vägverkets önskemål. Det har blivit större fokus på broarnas egenskapskrav och deras uppfyllande jämfört med brounderhållet som en del i Grundpaket Drift.

Därför blir svaret att broarna sannolikt får ett bättre underhåll av en speciell bropatrull. Denna fråga kommer att kunna få ett bättre svar då andra etappen av doktorandprojektet slutförts.

10.1.6 Hur förändras brokapitalet i Uppsala län under pilotprojektets tid?

Denna fråga kan inte besvaras nu utan först när pilotprojektet har avslutats.

10.1.7 Hur ser beställaren och entreprenören på pilotprojektet efteråt?

Denna fråga kan inte besvaras nu utan först när pilotprojektet har avslutats. Men hittills så är både beställare och entreprenör nöjda med resultaten.

10.2 Vad vi har lärt oss hittills i projektet

Det är svårt att starta upp ett nytt brounderhållsprojekt i ett län. Man startar från noll och måste bygga upp kompetensen. Därför är det viktigt att VMN som beställare hittar en arbetsform som fungerar bra innan man går ut och handlar upp nästa paket.

VMN har stora krav på entreprenörerna, så det är i princip ”bara” de stora aktörerna som kan möta dem. Det är mycket att leva upp till. Därför nöjer sig de mindre aktörerna ofta med att vara underentreprenörer till mindre risk som t ex bro C677 där en underentreprenör utför betongsprutning av en rörbro.

En mindre aktör har stora problem med att bygga upp tillräcklig kompetens för ett kontrakt tre + tre år för ett län. Största problemet är sysselsättningen på vintern. En liten aktör har problem med att ligga ute med stora summor under en längre tid i väntan på att beställaren VMN ska betala för utfört arbete. En liten aktör har stora problem att möta all pappersexercis. Den stora mängden administration skrämmer ofta mindre aktörer. En större aktör har mera ”muskler” och mera möjligheter.

Miljöprövningar bör vara klara före upphandlingen. När en vattendom krävs ska VMN ordna med ett färdigt beslut i god tid innan så att det bara är för entreprenören att köra igång när det passar.

Det viktigaste för beställaren är att ha färdiga handlingar som det är lätt för en entreprenör att räkna på.

10.3 Jämförelse mellan teori och praktik

10.3.1 Åtgärder

VMN har en bra dokumentation av sina broar så man har en bra uppfattning om tillståndet på broarna och vilka åtgärder som är rimliga att göra. Man vet vad man får efter en utförd åtgärd.

Men samtidigt är det mycket svårt att veta exakt hur broarna mår under beläggningen, vilket innebär att VMN ibland blir lite överraskad över brons tillstånd. Detta gäller speciellt för gamla broar, där ingen riktig bygdokumentation finns.

10.3.2 Egenskaper

Enligt ATB Brounderhåll 2002, *Vägverket (2002b)*, ska alla egenskapskrav i teorin vara uppfyllda hela tiden. Men i praktiken fungerar det inte eftersom kraven är för hårt ställda i förhållande till den summa som är budgeterad för förebyggande underhåll anser VP. VMN håller inte med om det.

VMN anser att på grund av den uppbyggda eftersläpningen på brounderhållet, så kan entreprenören tycka att det är för mycket. Men när väl eftersläpningen är åtgärdad, så borde det vara lättare för entreprenören att uppfylla egenskapskraven.

Som ett exempel på hur egenskapskraven har förändrats under årens lopp nämner VPs Dan Flycht det här med växtlighet. Enligt ATB Brounderhåll 2002 ska bronns närmaste omgivning vara

fri från växtlighet högre än 1,0 m över markytan inom ett avstånd av 2,0 m från slänt, kon och stöd. VPs Flycht har jobbat med broarna i Uppsala län sedan 1970 och är ansvarig för egenskapskraven hos Vägverket Produktion i det här projektet. Han erinrade sig att man började med att salta vägarna under vintersäsongen 1967/68. Att spola broarna efter vintersäsongen började man med 1973/74. I samband med brospolningarna røjde man bort träd och buskar runt broarna. Tanken var att bron skulle ha en chans att torka upp under sommaren utan att träden skulle skugga bron. Man røjde även bort träd och buskar med motiveringen att deras rotsystem kunde vidgas och därmed på sikt spränga sönder slänter och koner eller växa in i bron.

För att få en uppfattning om hur många brister i egenskapskraven som uppkommer på ett år vill VMNs George Chamoun inspektera och inventera hela Vägverket region Mälardalen.

Diskussion i styrgruppsmöte nr 7, 2006-02-08, handlade bl a om följande frågor:

- Är egenskaperna och deras kravnivåer optimala?
- När är växtlighet skadlig? När och hur ofta ska växtligheten bekämpas för ett optimalt resultat?
- Uppenbarligen finns en ”tyst kunskap” (gemensam hos beställare och entreprenör?) som anger vilka egenskaper som ska prioriteras och hur länge ett egenskapskrav kan vara ouppfyllt. I nästa omgång måste mer av denna kunskap skrivas in i handlingarna.
- Hur kan vi öka samstämmigheten mellan olika besiktningsmäns bedömning av bristkriterier?

10.4 Har Vägverket nått sina mål med projektet?

Ja, så här långt har Vägverket nått sina mål med projektet. Brounderhållet har lyfts upp som en egen aktivitet. Det har blivit enklare för VMNs beställare George Chamoun med en entreprenör som ansvarar för egenskapskraven och dessutom utför åtgårdspaketet.

VMNs George Chamoun tycker att projektet är lyckat och framhåller speciellt det goda samarbete som har utvecklats mellan beställare och entreprenör samt att broarnas egenskaper har kommit i fokus på ett helt annat sätt än i Grundpaket Drift.

Faller det här försöket väl ut så kan VMN tänka sig att skapa fyra brounderhållsområden; Uppsala län, Västmanlands län, Södermanlands län och Örebro län.

10.5 Fortsatta studier, forskning och utveckling

Doktorandprojektet kommer att fortsätta att följa upp och utvärdera pilotprojektets första tre år (2004-09-01 – 2007-08-31) samt följa upp och utvärdera om optionen på förlängning av kontraktet med ytterligare tre år (2007-09-01 -2010-08-31) utnyttjas eller inte. Enligt kontraktet så ska den part som vill utnyttja optionen kalla till förhandling senast 2006-08-31 och överenskommelse ska ha träffats senast 2006-09-30.

Det är intressant att studera möjligheten att använda brist på kapitalvärde (BK) och brist/konstruktion som funktionskrav i samband med upphandling. Dessutom är det av intresse att studera hur brister i egenskapskraven uppkommer samt vilka ungefärliga kostnader man kan räkna med för att åtgärda dessa brister.

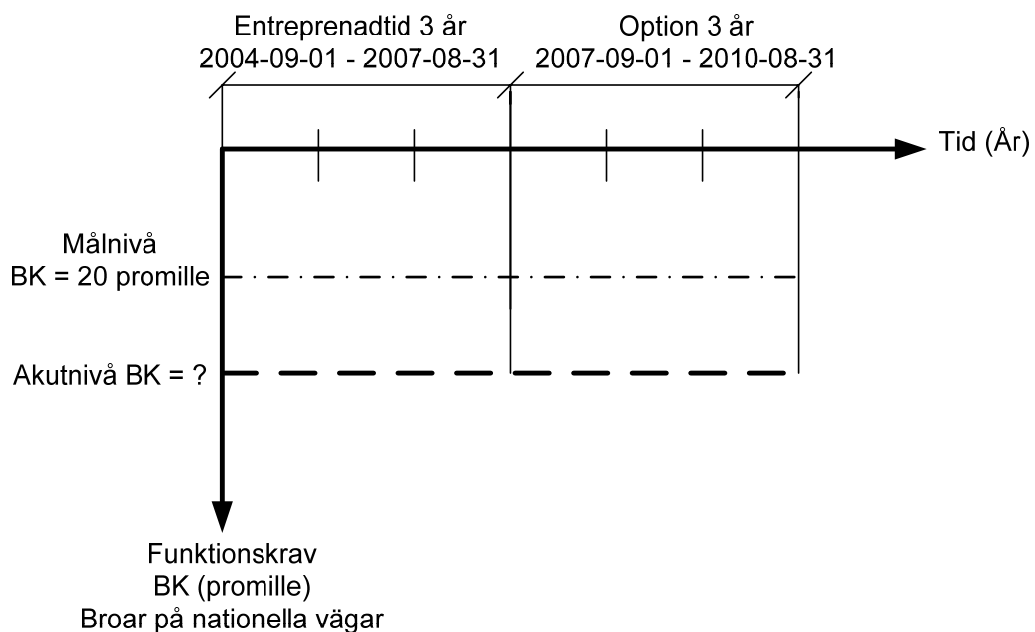
10.5.1 Kan man använda brist på kapitalvärde (BK) i samband med upphandling av åtgärder?

Funktionsansvaret medför att entreprenören ska leverera i förfrågningsunderlaget specificerad målnivå avseende tillståndet i genomsnitt under funktionsgarantiperioden och vid dess slut i samband med att entreprenaden slutgiltigt avlämnas till beställaren.

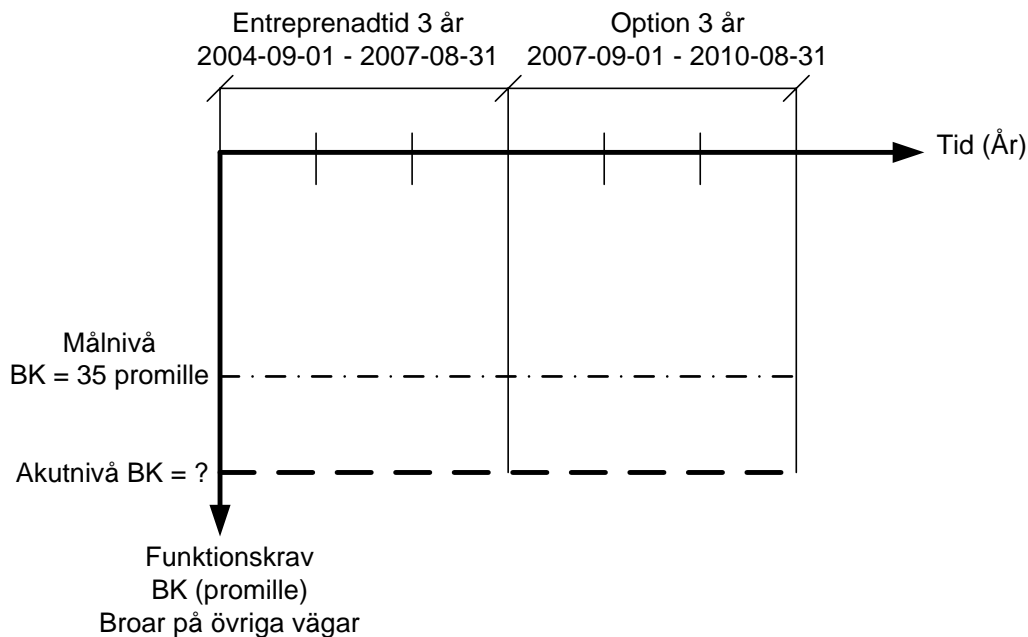
Enligt Vägverket HKs Lennart Lindblad har Vägverket följande målnivåer för BK:

- 20 ‰ för broar på nationella vägar.
- 35 ‰ för broar övriga vägar (ej nationella).

Man vill inte precisera akutnivån. Dock måste det vara en viss minsta nivå på den enskilda brons skick under hela entreprenadens tid. I **Figur 10.1** och **10.2** har BK lagts in som ett funktionskrav för broar på nationella vägar respektive broar på övriga vägar.



Figur 10.1 Brist på kapitalvärde (BK) som ett funktionskrav på nationella vägar.



Figur 10.2 *Brist på kapitalvärde (BK) som ett funktionskrav på övriga vägar.*

Idag handlar Vägverkets HKs Lennart Lindblad upp en målnivå på BK av VMNs George Chamoun. Chamoun genomför planeringar och simuleringar för brobeståndet i Uppsala län för att ta fram den bästa strategin. Därefter går han ut med förfrågningsunderlag till entreprenörerna och handlar upp den entreprenör som har lämnat in lägst pris.

Frågan blir om Vägverket kan handla upp målnivån direkt av entreprenörerna?

För Vägverket region Mälardalen (ca 1 770 broar) framgår BK målstandarder 2007-2012 ur avsnitt 4.7. För Uppsala län (ca 400 broar) finns det inget officiellt mål på BK.

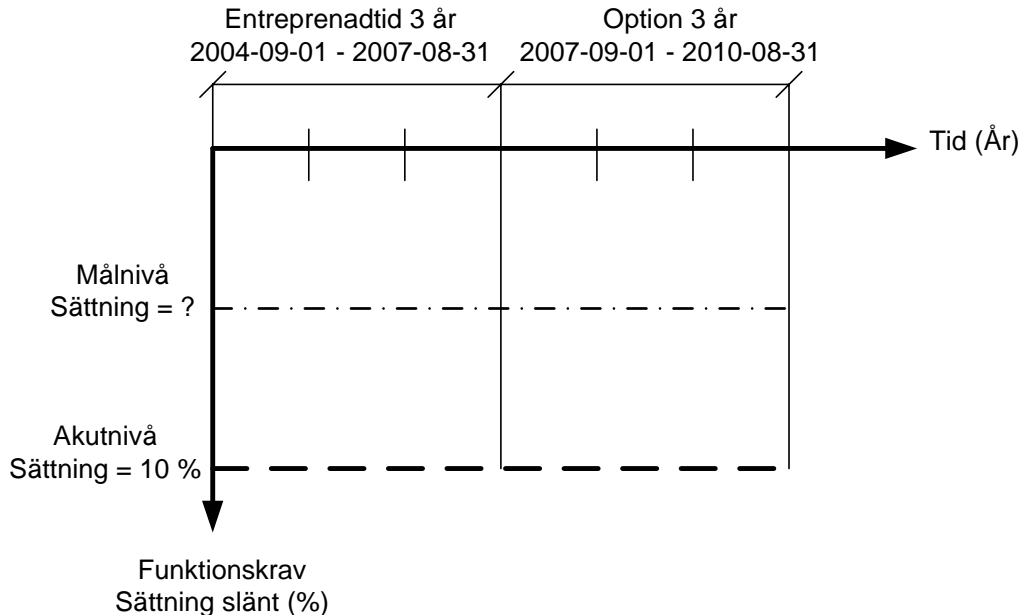
Indata till BK-beräkningar kommer från inspektioner som hålls med 3-6 års intervall, därför så blandas nya och gamla inspektioner till ett värde.

Vid diskussionen i styrgruppsmöte nr 7, 2006-02-08, framfördes bl a följande:

- Om tiden begränsas till tre år kommer genomfört förebyggande underhåll inte att synas på beståndets BK. Det beror mer på tidigare års förebyggande underhåll. Två lösningar:
 - (1) Förläng entreprenadtiden
 - (2) Låt entreprenaden bestå av x år förebyggande underhåll följt av y år med åtgärder.
- En teoretisk möjlighet vore att anbudsgivaren finge lämna in en plan för förebyggande underhåll med vidhängande beräkning av hur detta underhåll kommer att förändra aktuellt brobestånds BK under entreprenadtiden. Beställaren må därefter bedöma huruvida underhållsplanen är lämplig och beräkningen vederhäftig.

10.5.2 Kan man använda brist/konstruktion som ett mått vid upphandling av egenskaper?

I ATB Brounderhåll 2002 anges hur stora bristerna i egenskapskraven får vara. Detta kan tolkas som en akutnivå. I **Figur 10.3** nedan visas som exempel egenskapskravet sättning i slänt.



Figur 10.3 Egenskapskravet sättning i slänt som ett funktionskrav.

Enligt Vägverket HKs Lennart Lindblad är egenskapskraven i ATB Brounderhåll 2002 mera att betrakta som riktlinjer än som ”lagtext”. Därför har man inte angett någon målnivå för sättningen utan när den överskrider 10 % så är det dags att fylla på med mera material.

Eftersom man tillåter högre BK för broar på det övriga vägnätet (35 %) jämfört med broar på det nationella vägnätet (20 %), så kan man fråga sig om alla broar ska ha samma underhåll.

Man kan dela in underhållet i två klasser:

- Nationella vägar och viktiga näringslivsvägar.
- Övriga vägar.

Ska broar på viktigare vägar ha bättre underhåll än broar på övriga vägar? Det är tänkbart att bättre underhåll ger längre livslängder och att man uppskjuter utbyte av bro och trafikstörningar. Dessutom så kan bättre underhåll innebära bättre komfort för trafikanterna.

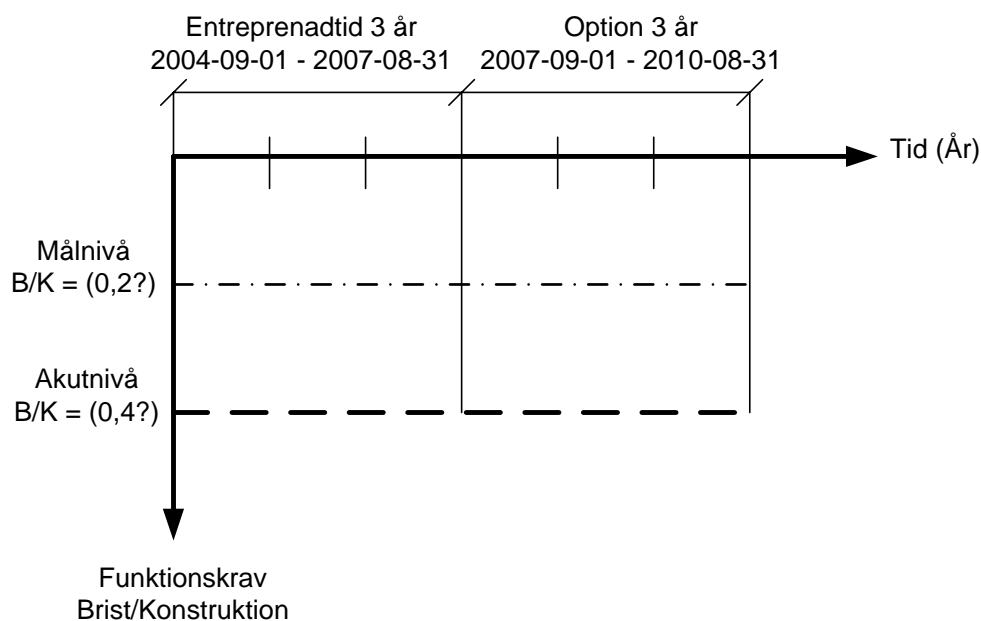
Ska man dela in bristerna i akuta och icke-akuta brister?

Akuta brister behöver definieras närmare men kan t ex vara beläggning mot bro, slag mot bro, sättningar i slänt och kon samt urspolning. Dessa brister ska åtgärdas snabbt.

Övriga icke-akuta brister kan åtgärdas när det finns en tillräckligt stor volym, dock senast den 31 okt då ska de vara åtgärdade och registrerade i BaTMan.

Eftersom det förmodligen inte är samhällsekonomiskt lönsamt att alla upptäckta brister ska åtgärdas varje år, så kanske man kan tillåta att ett mindre antal brister sparas till ett annat år.

Detta kan man förslagsvis styra med måttet Brist/Konstruktion, se **Figur 10.4**.



Figur 10.4 Måttet Brist/ Konstruktion som ett funktionskrav.

För broar på det nationella vägnätet:

- Målnivån kan t ex vara 0,2 Brister/Konstruktion vid tiden 31 okt. Är bristerna mindre utgår bonus till entreprenören.
- Frizon kan vara 0,2–0,3 Brister/Konstruktion där varken bonus eller vite utgår.
- Ligger bristerna mellan 0,3 och 0,4 Brister/Konstruktion måste entreprenören betala vite och åtgärda brister så att värdet kommer under 0,3 innan året är slut.
- Är bristerna större än 0,4 Brister/Konstruktion måste entreprenören betala dubbelt vite och åtgärda brister så att värdet kommer under 0,3 innan året är slut.

För broar på övriga vägar kan man kanske tillåta lite högre värden. Ovanstående värden föreslås öka med t ex 0,1 Brister/Konstruktion, d v s målnivån kan vara 0,3 Brister/Konstruktion o s v.

10.5.3 Uppkomst av brister i egenskapskraven

Det är av intresse att studera hur brister i egenskapskraven uppkommer. Hur lång tid det tar innan en brist uppstår och vilken är den bakomliggande orsaken till bristen? Dessutom är det intressant att få en uppfattning om hur många brister i egenskapskraven som normalt uppstår under ett år för de 400 broar som ingår i pilotprojektet i Uppsala län.

Kan man ange storleksordningen på bristerna under ett normalår så borde man kunna räkna ut en ungefärlig kostnad för att åtgärda dessa. Denna uppskattade kostnad kan man inkludera i förfrågningsunderlaget och på så sätt minska osäkerheten för potentiella anbudsgivare i framtiden.

REFERENSER, KÄLL- OCH LITTERATURFÖRTECKNING

- ACI, (1997)* Routine Maintenance of Concrete Bridges. Reported by American Concrete Institute Committee 345, Detroit, USA, 13 pp.
- AlfaLaval, (2005)* Årsredovisning 2004.
- Ansell, A., (2001)* Numeriska beräkningar med Markovkedjor i tillståndsutvecklingsmodeller för broelement. Brobyggnad, Teknisk rapport 2001:12, KTH, Stockholm.
- AtlasCopco, (2005)* Årsredovisning 2004.
- Bejrums, H., Grennberg T., (2003)* En väg till fungerande hus. Funktionsentreprenader, livscykeleekonomi och BOT. Inst för Infrastruktur, KTH, Stockholm.
- Byggnads- och Kontraktsskottkommitté, (1992)* AB 92 Allmänna bestämmelser för byggnads-, anläggnings- och installationsentreprenader. Svensk Byggtjänst, Stockholm.
- Byggnads- och Kontraktsskottkommitté, (1994)* ABT 94 Allmänna bestämmelser för totalentreprenader avseende byggnads-, anläggnings- och installationsentreprenader. Svensk Byggtjänst, Stockholm.
- Carter, P. D., (1989)* Preventive Maintenance of Concrete Bridge Decks. Concrete International, Vol. 11, Issue 11, Nov 1989, pp. 33-36.
- EG Kommissionen, (2004)* Om offentlig-privata partnerskap och EG-rätten om offentlig upphandling och koncessioner. Grönbok. Bryssel, Belgien.
- Electrolux, (2005)* Årsredovisning 2004.
- Enright, M. P., Frangopol, D. M., (1999)* Maintenance Planning for Deteriorating Concrete Bridges. Journal of Structural Engineering, Vol 125, Issue 12, Dec 1999, pp. 1407-1414.
- Frangopol, D. M., Lin, K-Y., Estes, A., (1997)* Life-Cycle Cost Design of Deteriorating Structures. Journal of Structural Engineering, Vol 123, Issue 10, Oct 1997, pp. 1390-1400.
- Grennberg, T., Olsson, U., (1996)* Restvärdesbedömning vid avlämnandebesiktningen. Teknisk rapport 1996:04, LTU, Luleå.
- Haim, S., (2005)* Funktion, egenskapskrav och åtgärdstider som underlag för effektivisering av brounderhåll. Examensarbete 228, Brobyggnad, KTH, Stockholm.
- Hallberg, D., (2005)* Development and Adaption of a Life Cycle Management System for Constructed Works. Lic Theseis in Building Materials Technology, Gävle (KTH).
- Haraldsson, M., (2004)* Funktionsentreprenaden – Om styrning av vägprojekt på entreprenad. SBUF Rapport nr 14, 2004. Stockholm.
- Johansson, A., Janz, J., Silfwerbrand, J., & Trägårdh, J., (2005)* Impregnation of Concrete Structures - Introduction to a Ph.D. Project. Proceedings, Hydrophobe IV - the 4th International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials. Stockholm, Sweden, April 12-13, 2005, pp. 59-68.
- Jonsson, B., (2005)* A model for quality related valuation and accounting of road capital. Lic Thesis, Report 5:65, Department of Infrastructure, KTH, Stockholm.

- Karoumi, R., Sundquist H., (2001)* Optimala nya broar, delstudie LCC-analyser. TRITA-BKN. Teknisk Rapport 2001:10, Brobyggnad, KTH, Stockholm.
- Kong, J. S., Frangopol, D. M., (2003)* Evaluation of Expected Life-Cycle Maintenance Cost of Deteriorating Structures. Journal of Structural Engineering, Vol 129, Issue 5, May 2003, pp. 682-691.
- Lagerqvist, O., Johansson, B., (2004)* Bostäder och lokaler på funktionsentreprenad. Stöd för upphandling. SBUF PRODEVELOPMENT. Luleå.
- Larsson, B., Sandberg, S., (2003)* Funktionskrav i vägentreprenader. Utvärdering av demonstrationsprojekt. Inst för byggnadsekonomi. CTH, Göteborg.
- Lindblad, L., (2002)* Förvaltning av broar och tunnlar – Metodik och verktyg. Vägverket 2002. Borlänge.
- Lindblad, L., (2006)* Målstandarder för 2007-12 enligt NPVS. Mail 2006-02-14.
- Markov, M. J., Madanat, S., Gurenich, D., (1993)* Optimal Rehabilitation Times for Concrete Bridge Decks. Transportation Research Record No 1392, Transportation Research Board, National Research Council, 1993, pp. 79-89. Washington, USA.
- NCC, (2005)* Årsredovisning 2004.
- Nielsen, O-J., Thau, M., (2005)* Långa Funktionskontrakt i Danska Kommuner. Föredrag på Asfaltdagen 2005. Nov 2005, Stockholm.
- Nilsson, U., (1995)* Funktionsentreprenader för vägbroar. Upphandlingsmodell. Licentiatuppsats 1995:33, LTU, Luleå.
- Nyström, J., (2005)* Partnering; definition, theory and the procurement phase. Lic thesis, Report 5:64, Department of Infrastructure, KTH, Stockholm.
- Olsson, U., (1993)* Funktionsentreprenad för drift och underhåll av vägar och gator. Doktorsavhandling 1993:135, Avd för Anläggningsproduktionsteknik, LTU, Luleå.
- Peab, (2005)* Årsredovisning 2004.
- Petersson, K., (1996)* Betongkonstruktioners livslängd – i kloridmiljö. CBI rapport 3:96.
- Pritchard, B., (1991)* Bridge design for economy and durability. Thomas Telford, London 1991.
- Racutanu, G., (2000)* The Real Service Life of Swedish Road Bridges – A case study. Doctoral Thesis. TRITA-BKN. Bulletin 59, Brobyggnad, KTH, Stockholm.
- Rutgersson, B., (2006)* BK värden. Mail 2006-03-24.
- Sandvik, (2005)* Årsredovisning 2004.
- SCB (2006)* www.scb.se
- Silfverbrand, J., (2002)* Aktivt brounderhåll – en förstudie. TRITA-BKN. Rapport 65, Brobyggnad, KTH, Stockholm.
- Silfverbrand, J., Sundquist H., (2001)* Drift, underhåll och reparationer av konstbyggnader. TRITA-BKN. Rapport 53, utgåva 2, Brobyggnad, KTH, Stockholm.
- Skanska, (2005)* Årsredovisning 2004.

<i>SKF, (2005)</i>	Årsredovisning 2004.
<i>Sub, N., (1990)</i>	The Principles of Design. Oxford University Press 1990.
<i>Sundquist H., (1999)</i>	Optimala nya broar. Teknisk Rapport 1999:8, Brobyggnad, KTH, Stockholm.
<i>Troive, S., (1996)</i>	Optimering av åtgärder för ökad livslängd hos infrastrukturkonstruktioner. Licavhandling. TRITA-BKN. Bulletin 21, Brobyggnad, KTH, Stockholm.
<i>Troive, S., (1998)</i>	Structural LCC Design of Concrete Bridges. Doctoral Thesis. TRITA-BKN. Bulletin 41, Brobyggnad, KTH, Stockholm.
<i>Tuutti, K., (1982)</i>	Corrosion of Steel in Concrete. Research report 4:82, CBI, Stockholm.
<i>Vallgren, U., (2005)</i>	Underhållsbeläggning med 15 års funktionsansvar. Föredrag på Asfaltdagen 2005. Nov 2005, Stockholm.
<i>Vägverket Produktion, (2003)</i>	På Väg, nr 4. Borlänge.
<i>Vägverket Produktion, (2005a)</i>	På Väg, nr 1. Borlänge.
<i>Vägverket Produktion, (2005b)</i>	Årsredovisning 2004. Borlänge.
<i>Vägverket, (1994a)</i>	Handbok för broinspektion. Publ 1993:34. Borlänge.
<i>Vägverket, (1994b)</i>	AKBF 94 Allmänna Kontraktsvillkor för Byggnad på Funktionsentreprenad. Version 2, 1994-12-30. Borlänge.
<i>Vägverket, (1994c)</i>	AKSF 94 Allmänna Kontraktsvillkor för Skötsel på Funktionsentreprenad. Version 2, 1994-12-30. Borlänge.
<i>Vägverket, (1995)</i>	Byggnad och skötsel på funktionsentreprenad, Upphandlings- och kontraktsmodell, Handbok för upphandling av väg- och trafikutrymmen med funktionella krav. Publ.1995:49. Borlänge.
<i>Vägverket, (2000)</i>	ATB Väg 2000. Publ 2000:111. Borlänge.
<i>Vägverket, (2002a)</i>	ATB Bro 2002. Publ 2002:47. Borlänge.
<i>Vägverket, (2002b)</i>	ATB Brounderhåll 2002. Publ 2002:48. Borlänge.
<i>Vägverket, (2003)</i>	ATB Väg 2003. Publ 2003:111. Borlänge.
<i>Vägverket, (2006)</i>	Att komma igång med BaTMan 1.5. Borlänge.

BILAGOR

Bilaga A. Entreprenadkontraktet

§1 Omfattning

1.1 Entreprenörens åtagande

Entreprenören åtar sig att för beställarens räkning utföra brounderhåll i Uppsala län i överensstämmelse med i § 1.2 angivna kontraktshandlingar. Kontraktstiden omfattar tiden 2004-09-01 - 2007-08-31 med möjlighet till förlängning – option för tiden 2007-09-01 - 2010-08-31.

Innan kontraktarbetena påbörjas ska bedömning av ingående värden på egenskaperna utföras av beställaren och entreprenören gemensamt vid syn enligt AFD.122.

Entreprenaden genomförs som en Totalentreprenad baserad på samverkan och med incitament. Samverkan innebär bl a att det till projektet knyts representanter från KTH (Doktorandprojekt CDU: T16a Funktionsentreprenad brounderhåll), Vägverket (Borlänge och Mälardalen), entreprenör samt ev konsult. Syftet med denna arbetsgrupp är de skall aktivt arbeta i projektet och lämna förslag till förbättring och vidareutveckling av entreprenaden samt utarbeta funktionella egenskapskrav för brounderhåll. Därutöver stötta och hjälpa doktoranden i sitt arbete.

1.2 Kontraktshandlingar

* Gällande handlingar som inte bifogas förfrågningsunderlaget

01 Detta Entreprenadkontrakt, daterat 2004-03-03, reviderat .

02 * Allmänna bestämmelser, ABT 94, med de ändringar som framgår av Administrativa Föreskrifter AFD.361 samt Entreprenadkontrakt §§ 2.4, 4.3, 5.1, 5.3, 6.2, 6.4, 6.6, 7.1, 7.2 och 8.

03 Protokoll från Kontraktsgenomgång daterad Bil.

04 Anbud mm

.01 Anbud daterat Bil.

.02 Anbudskomplettering(ar) daterad(e) Bil.

.03 MF, prissatta

.01 MF egenskaper, prissatt 2004-09-01 – 2007-08-31, daterad 2004-03-03.

.02 MF åtgärder, prissatta 2004-09-01 – 2007-08-31, enligt förteckning daterad 2004-03-03.

.03 MF åtgärder med fiktiva mängder, prissatta 2007-09-01 – 2010-08-31, daterad 2004-03-03.

.04 Timprislista med fiktiva mängder, prissatt daterad 2004-03-03.

05 Förfrågningsunderlag

.01 Administrativa Föreskrifter, AF, daterade 2004-03-03.

- .02 * Mät- och ersättningsregler, ME 2004, publ 2003:83.
- .03 MF, ej prissatta
- .01 MF egenskaper, ej prissatt 2004-09-01 – 2007-08-31, daterad 2004-03-03
- .02 MF åtgärder, ej prissatta 2004-09-01 – 2007-08-31, enligt sammanställning, daterad 2004-03-03.
- .03 MF åtgärder med fiktiva mängder, ej prissatta 2007-09-01 – 2010-08-31 daterad 2004-03-03.
- .04 Timprislista med fiktiva mängder, ej prissatt daterad 2004-03-03.
- .04 Tekniska beskrivningar
- .01 Teknisk beskrivning, egenskaper daterad 2004-03-03.
- .02 Teknisk beskrivning, åtgärder daterad 2004-03-03.
- .05 Ritningar enligt ritningsförteckning, daterad 2004-03-03
- .06 Uppgifter om broarna
- .01 Broar sammanställning daterad 2004-03-03.
- .02 Upphandling omfattning grundpaket drift.
- .07 Uppgifter för fordon eller arbetsmaskiner.
- .01 Mät- och ersättningsregler för bonus resp. avdrag i Driftentreprenaden, daterat 2001-12-20.
- .02 Kostnadsreglering för lastbilar o arbetsmaskiner, daterat 2001-12-14.
- .03 Uppgifter för fordon eller arbetsmaskiner, daterad 2001-12-14.
- 06 Övriga handlingar
- .01 * ATB VÄG, 2003 Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion, Publ nr 2003:111.
- .02 * BRO 2002, Allmän teknisk beskrivning för nybyggnad och förbättring av broar, Publ 2002:47
- .03 * Brounderhåll 2002, Allmän teknisk beskrivning för underhåll av broar, Publ 2002: 48.
- .04 * VÄGUTRUSTNING 94, VV publ 1993:61 och supplement 1
- .05 * VÄGUTFORMNING 94, VU 94, version S-2.
- .06 * Regler för säkerhet vid vägarbete och transporter, IFS 2003:1. inkl PM nr1, 3 och 4.
- .01 Vägverket Region Mälardalen, Skyddsklassade vägar. Daterad 2003-04-23.
- .02 Förslag på trafikordningsplaner.
- *.03 Trafikanordningsplaner, Exempelsamling 2004, länk: www.vv.se/apv/exempelsamling-2004.shtml

.04 Utformning av informationstavlur.

*.05 Utmärkning av fordon i väghållningsarbete, VV 88 149 utgåva 3, 1999-12-01.

.07 * Vägverkets regler för reglering av beläggningsarbeten, Publ 2002:30 och PM Ändringar och tillägg 2003-01-16.

.08 Vägverkets kvalitetskrav vid upphandling och genomförande av uppdrag, Publ 2004:104.

.09 * Vägverkets miljökrav vid upphandling av entreprenader, Publ 2001:105.

.10 * Banverkets föreskrifter: Skydd och säkerhet vid arbete i spårmiljö BVF 240.100 med tillhörande informationsskrift ”Råd och anvisningar för dig som arbetar på eller nära Banverkets spårområde”.

.11 * Banverkets föreskrift: Allmänna föreskrifter och råd om skydd mot skada genom elektrisk ström vid järnvägsanläggning och utdrag ur ”Allmänna elskyddsföreskrifter för Banverkets fasta högspänningsanläggningar” BVF 050.

.12 Relationshandlingar bro, blankett.

.13 Doktorandprojekt CDU: T16a Funktionsentreprenad brounderhåll, projektbeskrivning.

.14 Arbetsplan för doktoranden i doktorandprojekt CDU:T16a.

§2 Utförande

2.1 Allmänt

Arbeten med egenskapskrav ska utföras av entreprenören på eget initiativ. Arbeten som utförs till överenskomna å-priser eller då sådana priser saknas, efter självkostnadsprincipen, ska alltid ske i samråd med beställaren. Samråd erfordras inte i de fall entreprenören bedömer att omedelbar åtgärd krävs för att säkerställa trafiksäkerhet eller framkomlighet.

2.2 Beställaren tillhandahåller följande handlingar och uppgifter

Se AFD.24

2.3 Entreprenören tillhandahåller följande handlingar och uppgifter

Se AFD.25

2.4 Ändringar och tilläggsarbeten

Med ändring av ABT 94 kap 2 § 3 är entreprenören skyldig men inte berättigad att utföra av beställaren föreskrivna ändringar eller tilläggsarbeten.

§3 Organisation

3.1 Ombud

3.11 Beställarens ombud

Beställarens ombud är , telefon: , mobiltelefon: eller e-post:

3.12 Entreprenörens ombud

Entreprenörens ombud är , telefon: , mobiltelefon: eller e-post:

3.2 Övrig organisation

Entreprenörens övriga organisation framgår av organisationsplan med därtill hörande adress- och distributionslista som skall uppdateras och distribueras till berörda vid förändringar.

§4 Tider

4.1 Kontraktstid

Kontraktstiden är 2004-09-01 – 2007-08-31 med option på ytterligare tre år. Om part vill utnyttja optionen om förlängning av kontraktet med ytterligare tre år så kallar han till förhandling senast 2006-08-31 och överenskommelse skall ha träffats senast 2006-09-30.

4.2 Deltider

Arbetena skall bedrivas så att deltid för egenskaper enligt Brounderhåll 2002 med ändringar och tillägg enligt Teknisk beskrivning egenskaper hålls.

Arbetena med åtgärder på utpekade objekt får maximalt bedrivas under en 12 veckors period för respektive bro om inte annat överenskommit med beställaren.

Vid längre sammanhängande uppehåll i arbetena mer än 10 kalenderdagar ska för respektive broobjekt hela väg- och brobanan vara fri från hinder.

För europavägar gäller dessutom att vägbanan ska vara fri från hinder vid längre sammanhängande uppehåll i arbetena mer än 5 kalenderdagar.

4.3 Avlämnandetider

Kontraksarbetena skall vara anmälda till avlämnandebesiktning senast 1 augusti sista kontraksåret.

4.4 Garantitid

Garantitiden skall vara 5 år från godkänd slutbesiktning för utförda åtgärder.

§5 Ansvar

5.1 Vite

Egenskaper

Om entreprenören inte inom i Brounderhåll 2002 och Teknisk beskrivning egenskaper angiven tidsfrist uppfyller ställda egenskapskrav på varje enskild bro erlägges för varje tillfälle vite.

Vite utgår under tiden när egenskapskraven inte är uppfyllda med 1000 kronor per vecka och bro.

Åtgärder

Vid försening av åtgärder på utpekade objekt utgår vite med belopp motsvarande 0,5 % av summan för åtgärden på det utpekade objektet och för varje påbörjad vecka som färdigställandet överskrider en 12 veckors period eller överenskommen sluttid.

Vid längre sammanhängande uppehåll i arbetena mer än 10 kalenderdagar respektive 5 kalenderdagar för respektive vägkategori där väg- och brobanan inte är fri från hinder enligt 4.2 utgår vite med 5000 kronor per dag.

5.2 Särskilt vite

Om det framkommer att viktbestämmelser överskridits vid transporter till entreprenaden kommer vite att utkrävas. Leverantören skall utge vite med 500:-/ton.

Vite utgår ej vid enstaka leveranser som överskrider tillåten last intill en överlast på 1,5 ton/lasttillfälle. Se även AFC.181

5.3 Försäkringar

Entreprenören skall ha allriskförsäkring för skador på entreprenaden och ansvarsförsäkring för entreprenadverksamhet. Försäkringarna skall medföra skydd enligt gängse svenska försäkringsvillkor.

Med ändring av vad som framgår av ABT 94 kap 5 § 22 skall försäkringarna tecknas och vidmakthållas, så att de gäller under entreprenadtiden och hela garantitiden intill dess garanti-anmärkningar har åtgärdats.

Bevis om att försäkringar tecknats skall överlämnas till beställaren senast inom två veckor från beställning. Försäkringsbevis samt bevis om erlagd premie skall överlämnas till beställaren senast fyra veckor efter beställning.

§6 Ekonomi

6.1 Kontraktssumma

Kontraktssumman är SEK, fast pris.

Indexreglering sker ej för perioden 2004-09-01 – 2005-08-31, därefter årsvis indexreglering. Se § 6.3.

Kontraktssumman inkluderar kostnader för resor och traktamenten till personal.

Om det under kontraktstiden uppstår sådana uppenbara förändrade förutsättningar att kontraktet inte står i rimlig proportion till dessa, ska beställaren ges rätt till omförhandling av kontraktet.

6.2 Ersättning för ändringar och tilläggsarbeten

Reglering av ändrings- och tilläggsarbete sker i första hand enligt prissatt mängdförteckning eller avtalad á-prislista, i andra hand enligt i förväg överenskommet pris och i tredje hand enligt självkostnadsprincipen.

Enligt överenskomna timpriser

Då överenskommelse träffas om ersättning för olika yrkeskategorier enligt kontrakterade timpriser skall sådant pris innefatta samtliga kostnader inklusive arbetsledning och entreprenörarvode.

Då sådant timpris används till förenkling av debitering enligt ABT 94 kap 6 § 8 pkt 2 vid tillämpning av självkostnadsprincipen skall arbetsledning och entreprenörarvode frånräknas.

Enligt självkostnadsprincipen

Då överenskommelse träffas om ersättning för ändring eller tillägsarbete enligt självkostnadsprincipen skall ABT 94 kap 6 §§ 7 och 8 gälla.

Entreprenörarvodets storlek skall vara 12 % enligt kap 6 § 7 punkt 8 avseende kostnader enligt punkterna 1, 3 och 5.

Kostnader för arbetsledning inkl utsättning och mätning, punkt 2, regleras med ett pålägg på 9 % avseende kostnader enligt punkterna 1 och 3 och med ett pålägg på 4 % avseende kostnader enligt punkten 5.

Kostnader för hjälpmedel mm, punkt 4, 6 - 7, regleras med ett pålägg på 4 % avseende kostnader enligt punkterna 1, 3, och 5. Med hjälpmedel enligt punkt 4 avses det som normalt kan anses ingå i arbetsplatsens fasta etablering, allmänna hjälpmedel eller allmänna arbeten.

Beställaren kan även komma att avtala om annan ersättningsform.

6.3 Ersättning för kostnadsändring, indexreglering

Kontraktet avser fast pris utan indexreglering för perioden 2004-09-01 – 2005-08-31, därefter sker indexreglering av samtliga priser i 12- månaders perioder.

Indexreglering för följande 12- månaders period baseras på index för maj månad som föregår den aktuella 12-månaders perioden.

Basmånad för indexreglering skall vara maj månad år 2004.

Indexreglering av kontraktssumman skall beräknas enligt Entreprenadindex E84 och baseras på littera 251 Broarbeten, betong.

Priserna som är fasta i 12- månaders perioder regleras enligt följande:

$$T = V \cdot (ir - ib)$$

T = Indexregleringsbelopp

V = Kontraktssumma, å-pris

ir = Indextal för maj månad som föregår den 12- månaders period för vilket nytt pris skall gälla.

ib = Indextal för basmånaden.

6.4 Betalning

Betalning sker normalt en gång per månad och endast mot faktura.

Betalning av åtgärder

För reglerbara mängder erläggs betalning enligt uppmätning efter av beställaren godkänd värdering av utfört arbete eller enligt godkänd och prestationsbunden betalningsplan. Även vid betalning enligt betalningsplan skall avdrag göras för inestående medel.

Betalning av egenskaper

Betalning sker när verifikat utan anmärkningar för respektive konstruktion lämnats till beställaren. Betalning görs proportionellt mot insända verifikat i förhållande till totala antalet konstruktioner.

6.6 Fakturering

Betalning av förskott sker då säkerhet ställts.

Betalning av fakturor sker 30 dagar efter erhållen faktura

Slutfakturering av åtgärder sker när avtalad kvalitetsdokumentation och relationsritningar överlämnats till beställaren och entreprenaden godkänts vid slutbesiktning.

Slutfakturering av egenskaper får ske efter godkänd avlämnandebesiktning.

Med ändring av ABT 94 får innehållna medel för åtgärder faktureras efter godkänd slutbesiktning när samtliga fel åtgärdats, se § 7.1, och när säkerhet har ställts för garantitiden.

Innehållna medel för egenskapskrav enligt ABT 94 kap 6 § 10 får faktureras vid varje kontraktårsskifte under förutsättning att egenskapskraven upprätthållits eller när kompletterande åtgärder vidtagits.

Faktureringsavgift, expeditionsavgift eller dylikt godkännes inte.

Moms faktureras månadsvis.

6.7 Säkerhet

För förskott skall säkerhet lämnas som ej får vara tidsbunden.

Om beställaren så påfordrar är entreprenören skyldig att ställa säkerhet för sina åligganden i enlighet med ABT 94 kap 6 § 17.

Entreprenören skall ställa säkerhet under garantitiden för ett belopp motsvarande 5 % av kontraktssumman. Säkerheten skall gälla från dag för godkänd slutbesiktning till dess att samtliga garantianmärkningar är åtgärdade.

Säkerhet skall utgöras av bankgaranti eller försäkring i försäkringsbolag med koncession i Sverige. Säkerheten får inte vara tidsbunden.

Kostnaden för säkerhet för förskott och under garantitiden skall ingå i anbudet.

Kostnaden för säkerhet för entreprenadens genomförande skall inte ingå i anbudssumman utan betalas särskilt av beställaren.

6.8 Incitament

6.81 Tidsincitament

För utpekade objekt på vägar med vägnummer mindre än 500 utgår ett tidsincitament. Incitament utgår för varje hel vecka varmed entreprenören kan reducera kontrakterad åtgärdstid (trafikantstörning) om 12 veckor. Incitamentet utgår med ett belopp motsvarande 0,5 % av summan för de sammanlagda åtgärderna på det aktuella objektet.

6.82 Effektivitetsincitament

Projektets syftar till effektivisering av beställarens verksamhet med bibehållen säkrad kvalitet. För resultatförbättringar uppnådda genom förenkling eller metodutveckling mm utgår ett incitament baserat på verklig kostnadsbesparing.

Incitamentet delas mellan beställare och entreprenör enligt 60/40 %.

§7 Besiktning

7.1 Entreprenadbesiktningar

Slutbesiktning av åtgärder

Entreprenören skall skriftligen till beställaren senast tre (3) veckor innan färdigställandet ange det datum då entreprenaden i sin helhet är tillgänglig för slutbesiktning.

Senast två (2) veckor före slutbesiktning skall entreprenören till beställaren överlämna all kontrakterad dokumentation, signerad och sammanställd, vid risk att slutbesiktningen senare läggs.

Som fel betraktas även tidsberoende provningsresultat som ej föreligger eller redovisas vid slutbesiktningen.

Avlämnandebesiktning

Med tillägg till ABT 94, kap 7 § 14:

Om inte fel föreligger och egenskapskraven är tillfredsställda skall besiktningsmannen godkänna entreprenaden.

Godkännes inte entreprenaden skall besiktningsmannen föreskriva att ny avlämnandebesiktning skall ske före kontraktstidens utgång. Om detta inte är möjligt eller entreprenören ej hinner åtgärda påtalade fel och brister före kontraktstidens utgång ska ekonomisk reglering ske genom avdrag på kontraktssumman som svarar mot kostnader att åtgärda bristerna.

Avlämnandebesiktning skall avslutas med slutsammanträde, vid vilket besked lämnas om godkännande. Godkännande gäller med verkan från dagen efter slutsammanträdet.

Godkännes entreprenaden övertar beställaren objektet.

7.2 Garantibesiktning

Entreprenören skall skriftligen kalla till garantibesiktning för utförda åtgärder senast en (1) månad före garantitidens utgång.

Om entreprenören inte kallar till garantibesiktning förlängs garantitiden att gälla till dess att garantibesiktning utförts, om inte annat beslutas vid besiktningsstillfället.

§8 Hävande

Med ändring av ABT 94 kap 8 § 1 pkt 2, 3 och 6 äger beställaren häva kontraktet såvitt avser återstående arbeten,

Pkt 2. då utförd del av entreprenaden inte är kontraktsevenlig och avhjälpande inte sker utan dröjsmål efter erinran, eller då entreprenören eljest skulle brista i fullgörandet av sina åligganden att utförandet äventyras.

Pkt 3. då entreprenören försätts i konkurs eller eljest är på sådant obestånd att han inte kan förväntas fullgöra sina åligganden mot beställaren.

Pkt 6. då entreprenören utan beställarens medgivande helt eller delvis överlåter kontraktet.

Entreprenören är skyldig ersätta den skada hävandet orsakar beställaren.

§9 Tvist

Tvist på grund av kontraktet avgörs av svensk allmän domstol enligt svensk rätt, om inte parterna enas om skiljeförfarande.

Bilaga B. Teknisk beskrivning, Underhåll av bro (TBbu), för egenskaper

Del 1 Allmänna förutsättningar

1. Allmänt

1.1 Giltighetsområde

Samtliga beskrivna krav med tillhörande verifieringsmetoder märkta Egenskaper i Vägverkets publikation 2002:48 "Allmän teknisk beskrivning för underhåll av broar, Brounderhåll 2002" ska gälla med ändringar, avsteg och tillägg för respektive konstruktionsdel. Dessa redovisas i Del 2 krav.

Kostnader för trafikanordningsplaner och trafikanordningar ingår i åtagandet att uppfylla egenskapskraven.

Entreprenören ska utan dröjsmål, oavsett vad som annars anges i dokumentet, efter att fått kännedom om skada, hinder eller annan brist vidta åtgärder till skydd för trafikanter och för att förhindra eller begränsa skada.

Trafikinformationscentralen ska utan dröjsmål informeras då bristen är av betydelse för framkomligheten.

Skadegörelse, klotter och stöld ska utan dröjsmål anmälas till beställaren.

Sammanställningsritningar erhålls efter begäran.

Upplåten trafiklast framgår av länskungörelsen.

1.5 Verifiering

1.5.1 Krav på egenskaper

Verifiering och avvikelserapportering för varje konstruktion ska ske via Pc-program som tillhandahålls kostnadsfritt av beställaren. Verifiering ska göras en gång per kalenderår med start året efter entreprenadens påbörjande. Pc-programmet skapar ett verifikat som ska vara beställaren tillhanda senast den 31 oktober varje år med början året efter entreprenadens start utom vid entreprenadens sista år då verifikatet ska vara beställaren tillhanda före 1 augusti.

Del 2 Krav

Där kravet att konstruktionsdelar ska vara fria från bekämpningsmedel för vinterhalka gäller att funktionskravet ska vara uppnått 30 juni varje år och gälla tills att bekämpningsperioden börjar igen.

2 Slänt och kon (2)

Egenskaper

- (1) Egenskapskravet för urspolning av slänt och kon ska vara återuppfyllt senast 14 dygn efter upptäckt eller kännedom.
- (4) Kravet utgår.

3 Stöd (3)

3.4 Pelare (340)

3.4.B Pelare av stål

Egenskaper

- (1) Kravet ska gälla.
- (2) Kravet ska gälla.

6 Huvudbärverk (6)

Egenskaper

- (1) Kravet ska gälla.
- (2) Kravet ska gälla.

7 Övriga bärverk (7)

Egenskaper

- (1) Kravet ska gälla.
- (2) Kravet ska gälla.

12 Räck

Egenskaper

Trafikskador på räcken ska utan dröjsmål anmälas till beställaren.

Generellt för räcken ska bristerna vara åtgärdade senast 30 dygn efter upptäckt eller kännedom. Vid trafikfara åtgärdas räck

13 Övergångskonstruktioner (13)

Egenskaper

- (1) Övergångskonstruktionens funktion säkerställs genom åtdragning och utbyte av bultförband eller svetsning av lösa element. Egenskapskravet ska vara återuppfyllt senast 14 dygn efter upptäckt eller kännedom.
- (2) För vattentät konstruktion ersätts utbyte av membran separat. Egenskapskravet ska vara återuppfyllt senast 14 dygn efter upptäckt eller kännedom.

Bilaga C. Egenskapskrav enligt Brounderhåll 2002:48

Konstruktionsdel Egenskapskrav enligt Brounderhåll 2002:48

1 Grundläggning (1)

1.10 Erosionsskydd (193) Får inte ha urspolningar djupare än 0,2 m

2 Slänt och kon (2)

(1) Urspolning Inte djupare än 0,2 m
(2) Växtlighet Fria från växtlighet högre än 1 m över markytan

Sten- och plattsatta slänter och koner

(3) Växtlighet Fria från växtlighet till minst 95 %
(4) Växtlighet Fria från rotsystem från buskar och träd

2.1 Slänt (210)

Sättning Slänthöjden får reduceras max 10 %

2.1.F Slänt av jord

2.1.F.1 Ytbeklädnad (211) Intakt ytbeklädnad till minst 95 %

2.2 Kon (220)

Sättning Konhöjden får reduceras max 10 %

2.2.F Kon av jord

2.2.F.1 Ytbeklädnad (221) Intakt ytbeklädnad till minst 95 %

3 Stöd (3)

3.2 Lagerpall (320)

(1) Synliga föroreningar Ska vara rena till minst 95 % per konstruktionsdel
(2) Bekämpningsmedel
vinterhalka Rena till minst 95 % per konstruktionsdel

3.4.B Pelare av stål

(1) Synliga föroreningar Ytor av stål ska vara rena till minst 95 %
(2) Klorider Ytor av stål ska vara rena till minst 95 %

4 Ving- och stödmurar (4)

(1) Synliga föroreningar Btgytor ska vara rena till minst 95 % per konstruktionsdel
(2) Bekämpningsmedel
vinterhalka Rena till minst 95% per konstruktionsdel

5 Upplagsanordningar (5)

Bekämpningsmedel
vinterhalka Rena till minst 95% per konstruktionsdel

6 Huvudbärverk (6)

(1) Synliga föroreningar Ytor av stål ska vara rena till minst 95 %
(2) Klorider Ytor av stål ska vara rena till minst 95 %

7 Övrigt bärverk (7)

- | | |
|--------------------------|--|
| (1) Synliga föroreningar | Ytor av stål ska vara rena till minst 95 % |
| (2) Klorider | Ytor av stål ska vara rena till minst 95 % |

8 Brobaneplatta (8)

- | | |
|-------------------------|--|
| 8.2.D Däck av trä | Inga spikar ska sticka upp mer än 2 mm |
| 8.2.D.2 Slitplank (842) | Slitplanken ska inte vara lösa |

9 Kantbalk (9)

- | | |
|-------------------------------------|---|
| (1) Synliga föroreningar | Ovansidan ska vara ren till minst 95 % per konstruktionsdel |
| (2) Bekämpningsmedel
vinterhalka | Rena till minst 95 % per konstruktionsdel |

9.1.A Kantbalk av betong

- | | |
|--------------------------|--|
| 9.1.A.5 Räckesinfästning | Räckesinfästningen får inte ha betongskador djupare än 20 mm |
|--------------------------|--|

9.2.A Skiljeremsa av betong

- | | |
|--------------------------|--|
| 9.2.A.5 Räckesinfästning | Räckesinfästningen får inte ha betongskador djupare än 20 mm |
|--------------------------|--|

9.3.A Belysningskonsol av betong

- | | |
|---------------------------|--|
| 9.3.A.1 Infästningsdetalj | Infästningen av belysningsstolpe med fotplatta ska vara intakt |
|---------------------------|--|

10 Tätskikt (10)

Saknas

11 Beläggning (11)

- | | |
|---------------------------|--|
| (1) Asfaltbeläggningar | Ska inte ha sprickor med sprickbredd större än 3 mm |
| (2) Gjustasfaltbeläggning | Ska inte ha sprickor med sprickbredd större än 1 mm |
| (3) Betongbeläggningar | Ska inte ha sprickor med sprickbredd större än 0,5 mm |
| (4) Synliga föroreningar | Beläggningen ska vara ren till minst 95 % per konstruktionsdel |

11.1 Slitlager (1110)

- | | |
|---------------------------------|--|
| (1) Beläggningens överyta | Ska ligga över överytan på övergångskonstruktioner m m |
| (2) Beläggningens
ojämnheter | En sträcka 6 m före och efter bron ojämnheter på max 20 mm
från 5 m lång rätskiva |

11.7 Fogmassa (1160)

- | | |
|------------|-----------------------------|
| Anslutning | Ska ansluta till minst 95 % |
|------------|-----------------------------|

12 Räcke (12)

- | | |
|-------------------------------------|---|
| (1) Föroreningar | Räcken ska vara rena till minst 95 % per konstruktionsdel |
| (2) Bekämpningsmedel
vinterhalka | Räcken närmare än 6 m från vägbanekant rena till minst 95 %
per konstruktionsdel |
| (3) Deformation | Räckesståndare får inte ha en deformation större än 100 mm |

12.1.B Ståndare av stål

- | | |
|--------------|--|
| 12.1.B.1 Fot | Infästningen av räckesståndare ska vara intakt |
|--------------|--|

12.1.C Ståndare av aluminium

- | | |
|--------------|--|
| 12.1.C.1 Fot | Infästningen av räckesståndare ska vara intakt |
|--------------|--|

12.1.D Ståndare av trä

12.1.D.1.B Fot Infästningen av räcesståndare ska vara intakt

12.2 Toppföljare (1220)

12.2.1 Infästning (1224) Skruvförbandet för infästning av toppföljare ska vara intakt

12.2.3 Förband (1227) Skruvförbandet i toppföljare och i broräcket ska vara intakt

12.3 Mellanföljare (1230)

12.3.1 Infästning (1234) Skruvförbandet för infästning av mellanföljare ska vara intakt

12.3.3 Förband (1237) Skruvförbandet i mellanföljare och i broräcket ska vara intakt

12.4 Navföljare (1240)

Nivåskillnad I anslutningen max skillnad i höjd- respektive sidled 20 mm

12.4.1 Infästning (1244) Skruvförbandet för infästning av navföljare ska vara intakt

12.4.3 Förband Skruvförbandet i navföljare och i broräcket ska vara intakt

12.5 Skyddsnät (1250)

Skyddande funktion Skyddsnät ska ha en skyddande funktion till minst 95 %

12.5.1 Infästning (1254) Skruvförbandet för infästning av skyddsnät ska vara intakt

12.6 Stänkskydd (1260)

Skyddande funktion Stänkskydd ska ha en skyddande funktion till minst 95 %

12.6.1 Infästning (1264) Skruvförbandet för infästning av stänkskydd ska vara intakt

12.7 Spjälgrind (1270)

Skyddande funktion Spjälgrindar ska ha en intakt skyddande funktion

12.7.1 Infästning (1274) Skruvförbandet för infästning av spjälgrindar ska vara intakt

12.8 Skyddsnät, järnväg (1280)

Skyddande funktion Skyddsnät ska ha en skyddande funktion till minst 95 %

12.6.1 Infästning (1264) Skruvförbandet för infästning av skyddsnät ska vara intakt

13 Övergångskonstruktioner (13)

(1) Förankring Förankringen av bärande element i övergångskonstruktionen ska vara intakt till minst 90 %

(2) Täthet Övergångskonstruktioner som utformats vattentäta ska vara fria från läckage

(3) Synliga föroreningar Ovansidan ska vara ren till minst 95 % per konstruktionsdel

14 Dräneringssystem (14)

14.3 Ytavlopp (1430)

Genomflöde Ytavlopp ska ha en genomflödesarea på minst 80 %

14.4 Stuprör (1440)

Genomflöde Stuprör ska ha en genomflödesarea på minst 80 %

14.4.2 Infästningsdetalj (1442) Infästningen av dräneringssystemet för ytvatten ska vara intakt till minst 80 %

15 Övrigt (15)

15.6 Bullerskydd

15.6.1 Infästning Infästningen av bullerskyddet ska vara intakt till minst 80 %

16 Hela bron (90)

16.1 Växtlighet Konstruktionsdelars ytor ovan vatten och mark ska vara rena från växtlighet till minst 95 %

16.1 Växtlighet Fri från växtlighet högre än 1 m över markytan inom ett avstånd 2 m från slänt, kon och stöd

16.2 Dämning Fria från ansamlingar av flytande föremål som kan orsaka dämning eller lastpåverkan

Bilaga D. VPs kommentarer om åtgärdstider för egenskapskrav

Konstruktionsdel	Uppfyllt/Åtgärds- tid enl VMN	Vägverket Produktions kommentarer
1 Grundläggning (1)		
1.10 Erosionsskydd (193)	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
2 Slänt och kon (2)		
		Lutning bör vara närmare 1:3 istället för dagens 1:2 (bergkross OK 1:2)
(1) Urspolning	14 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
(2) Växtlighet	14 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
Sten- och plattsatta slänter och koner		
(3) Växtlighet	14 dygn efter upptäckt	Omöjligt utan ogräsbekämpningsmedel
(4) Växtlighet	14 dygn efter upptäckt	Omöjligt utan ogräsbekämpningsmedel
2.1 Slänt (210)		
Sättning	14 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
2.1.F Slänt av jord		
2.1.F.1 Ytbeklädnad (211)	14 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt, Fyller med bergkrossmaterial
2.2 Kon (220)		
Sättning	14 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
2.2.F Kon av jord		
2.2.F.1 Ytbeklädnad (221)	14 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt, Fyller med bergkrossmaterial
3 Stöd (3)		
3.2 Lagerpall (320)		
(1) Synliga föroreningar	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
(2) Bekämpningsmedel vinterhalka	Senast 30 juni	OK, Bron tvättas perioden maj-juni
3.4.B Pelare av stål		
(1) Synliga föroreningar	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
(2) Klorider	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
4 Ving- och stödmurar (4)		
(1) Synliga föroreningar	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
(2) Bekämpningsmedel vinterhalka	Senast 30 juni	OK, Bron tvättas perioden maj-juni
5 Upplagsanordningar (5)		
Bekämpningsmedel vinterhalka	Senast 30 juni	OK, Bron tvättas perioden maj-juni

6 Huvudbärverk (6)

(1) Synliga föroreningar	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
(2) Klorider	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt

7 Övrigt bärverk (7)

(1) Synliga föroreningar	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
(2) Klorider	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt

8 Brobaneplatta (8)

8.2.D Däck av trä	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
8.2.D.2 Slitplank (842)	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt

9 Kantbalk (9)

(1) Synliga föroreningar	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
(2) Bekämpningsmedel vinterhalka	Senast 30 juni	OK, Bron tvättas perioden maj-juni

9.1.A Kantbalk av betong

9.1.A.5 Räckesinfästning	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------------------	--------	---------------------------------

9.2.A Skiljeremsa av betong

9.2.A.5 Räckesinfästning	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------------------	--------	---------------------------------

9.3.A Belysningskonsol av betong

9.3.A.1 Infästningsdetalj	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
---------------------------	--------	---------------------------------

10 Tätskikt (10)

Saknas

Saknas

11 Beläggning (11)

(1) Asfaltbeläggningar	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
(2) Gjustasfaltbeläggning	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
(3) Betongbeläggningar	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
(4) Synliga föroreningar	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt

11.1 Slitlager (1110)

(1) Belägningens överyta	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
(2) Belägningens ojämnhet	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt

11.7 Fogmassa (1160)

Anslutning	Alltid	Det finns ingen fogmassa som uppfyller Vägverkets krav idag!
------------	--------	---

12 Räcke (12)

(1) Föroreningar	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
(2) Bekämpningsmedel vinterhalka	Senast 30 juni	OK, Bron tvättas perioden maj-juni
(3) Deformation	30 dygn efter upptäckt	Akut OK = oftast tillägsbeställning, Ickeakut senast 31 okt

12.1.B Ståndare av stål

12.1.B.1 Fot	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------	------------------------	---------------------------------

12.1.C Ståndare av aluminium

12.1.C.1 Fot	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------	------------------------	---------------------------------

12.1.D Ståndare av trä

12.1.D.1.B Fot	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
----------------	------------------------	---------------------------------

12.2 Toppföljare (1220)

12.2.1 Infästning (1224)	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------------------	------------------------	---------------------------------

12.2.3 Förband (1227)	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
-----------------------	------------------------	---------------------------------

12.3 Mellanföljare (1230)

12.3.1 Infästning (1234)	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------------------	------------------------	---------------------------------

12.3.3 Förband (1237)	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
-----------------------	------------------------	---------------------------------

12.4 Navföljare (1240)

Nivåskillnad	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------	------------------------	---------------------------------

12.4.1 Infästning (1244)	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------------------	------------------------	---------------------------------

12.4.3 Förband	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
----------------	------------------------	---------------------------------

12.5 Skyddsnet (1250)

Skyddande funktion	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------------	------------------------	---------------------------------

12.5.1 Infästning (1254)	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------------------	------------------------	---------------------------------

12.6 Stänkskydd (1260)

Skyddande funktion	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------------	------------------------	---------------------------------

12.6.1 Infästning (1264)	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------------------	------------------------	---------------------------------

12.7 Spjälgrind (1270)

Skyddande funktion	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------------	------------------------	---------------------------------

12.7.1 Infästning (1274)	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------------------	------------------------	---------------------------------

12.8 Skyddsnet, järnväg (1280)

Skyddande funktion	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------------	------------------------	---------------------------------

12.6.1 Infästning (1264)	30 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------------------	------------------------	---------------------------------

13 Övergångskonstruktioner (13)

(1) Förankring	14 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
----------------	------------------------	---------------------------------

(2) Täthet	14 dygn efter upptäckt	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
------------	------------------------	---------------------------------

(3) Synliga föroreningar	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------------------	--------	---------------------------------

14 Dräneringssystem (14)

14.3 Ytavlopp (1430)

Genomflöde	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
------------	--------	---------------------------------

14.4 Stuprör (1440)

Genomflöde	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
------------	--------	---------------------------------

14.4.2 Infästningsdetalj	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------------------	--------	---------------------------------

(1442)

15 Övrigt (15)

15.6 Bullerskydd

15.6.1 Infästning	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
-------------------	--------	---------------------------------

16 Hela bron (90)

16.1 Växtlighet	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
-----------------	--------	---------------------------------

16.1 Växtlighet	Alltid	Tveksamt krav p g a ofta inne på markägarens mark.
-----------------	--------	---

16.2 Dämning	Alltid	Akut OK, Ickeakut senast 31 okt
--------------	--------	---------------------------------

Bilaga E. Intervjuer med potentiella anbudsgivare

Intervju med DAB-Domiflex AB

Intervjun genomfördes per telefon av Hans Cedermark och Håkan Sundquist den 19 november 2004. Per Eriksson och Anders Åhlen deltog från DAB. De representerade avdelningen i Arbrå som täcker Uppsala län och norrut. Intervjun tog drygt 1 timme.

Företaget: DAB Domiflex är ett företag som är specialiserat mot beläggningar särskilt gjutasfalt. Företaget har avdelningar i Helsingborg, Köpenhamn, Göteborg, Stockholm och Arbrå. Omsättningen är ca 120 Mkr/år, men har tidigare varit större då man även hade en asfaltverksamhet i Göteborgsområdet. Denna har dock lagts ner. Man arbetar också med betongreparationer för broar och parkerings-däcksreparationer och liknade. Ofta arbetar man som underentreprenör åt de stora entreprenörerna. Företaget har en del egen utrustning som lastbilar, sprututrustning, utrustning för gjutasfaltläggning samt en "kantbalkstuggare". Man har för avsikt att skaffa en handhållen utrustning för vattenbilning.

Affärsidéer: Man är intresserad av att utveckla kompetens för drift, underhåll och reparation. Man har stort intresse av att öka verksamheten inom broreparation. Marknaden bedömdes som intressant för företaget. Man hade – om man fått anbudet – tänkt bygga upp en grupp bestående av 7 à 10 man varav 4 på heltid under en platschef och delvis stationerad i närheten av Uppsala. Man tror att man kan utveckla verksamheten även till andra beställare. Har man fått en (relativt) stor entreprenad åt Vägverket på reparation får man "respekt" hos andra beställare.

Information: Fick man den vanliga vägen via de listor som finns. Deltog i infomötet i Eskilstuna.

Entreprenadform: Man önskar sig en så stor frihet som möjligt när det gäller entreprenadformer för att kunna planera, bäst använda de maskinresurser man har och för att kunna handla upp underentreprenörer med långa välplanerade kontrakt. Man pekade särskilt på att Vägverket ofta kommer ut sent med sina förfrågningar om reparationer så att arbetet måste göras under olämplig årstid. Samlade upphandlingar av den typ som här var aktuell är mycket bra.

Förfrågningsunderlag: Ansågs mycket bra. Man kunde inte bedöma olika typer av entreprenadformer typ funktionsentreprenad eftersom man ansåg det svårt med verifiering och annat. Svårt med entreprenaddelen "egenskaper" eftersom man inte har erfarenhet av detta. Man anser att volymen 6 à 7 Mkr/år vara lite för liten. En broreparationsgrupp borde ha en omsättning av ca 10 Mkr/år för att kunna hålla tillräcklig kompetens och utrustning.

Anbud: Mycket riskfyllt att lämna anbud när man inte har detaljkunskap om vilka verkliga krav som gäller när det gäller "egenskaper". Här har anbudsgivare som redan genomfört liknade projekt en fördel. Lämnat anbud var seriöst genomarbetat och var nära det vinnande anbudet och ansågs "rätt". Ingen hänsyn har tagits till eventuella tilläggsarbeten.

Lönsamhet: Man tror att det finns goda möjligheter att tjäna pengar på denna typ av arbeten. Ofta tillkommer arbeten som ökar volymen, men hänsyn togs ej till detta vid anbudet.

Intervju med NCC Construction AB

Intervjun genomfördes på plats, Tunbytorpsgatan 2A i Västerås, av Hans Cedermark och Håkan Sundquist den 16 november 2004. Från NCC deltog arbetschefen Sören Backlund, kalkylatorn Mattz Skrivargård och experten Lars-Gunnar Dahlberg. Intervjun tog ca 1,5 tim.

Företaget: NCC Construction Sverige har en årsomsättning på 17 miljarder kr och 8500 anställda. Det finns fem regioner. Anläggning Stockholm–Mälardalen omfattar Stockholms län, Uppsala län och Västmanlands län. Årsomsättning är ca 1500 Mkr, varav ca 200 Mkr på broar och kajer. Broreparationer är ca 25 Mkr per år. Avdelning bro och betong, chef Thomas Krekula, har ca 200 man anställda. Därtill kommer ett antal underentreprenörer.

Affärsidéer: NCC Anläggning Stockholm–Mälardalen, avd Bro och betong saluför sig som kompetent entreprenör på nybyggnad och underhåll. Man efterfrågar mera funktionsentreprenader. Man vill arbeta mera med partnering. Regelverken är idag ett stort hinder. Man anlitar underentreprenörer. Man har egna sprutbetongutrustningar men inte utrustning för vattenbilning.

Information: Man rekviderade förfrågningsunderlag, deltog i informationsmöten på CBI och i Eskilstuna.

Entreprenadform: NCC är klart intresserat av brounderhållspaket med stort inslag av funktionsentreprenad. Om man går över mera till funktionsentreprenad, bör anbudsgivaren få ersättning för konsultkostnader och kalkylering. Täby-konceptet, d v s drift och underhåll av kommunens alla vägar och gator, är bra.

Förfrågningsunderlag: Eftersom NCC haft en del entreprenader på grundpaket drift var man inte främmande för rutinunderhåll med egenskapskrav. NCC lämnade anbud på 28,6 Mkr. Man låg sannolikt för högt på gemensamma funktioner.

Anbud: Det handlar till en del om avskrivningsperioder på utrustning. Man borde använt mjuka parametrar.

Lönsamhet: NCC tycker att det är tufft att konkurrera med Vägverket Produktion om priserna på rena broreparationer.

Intervju med Vägverket Produktion

Intervjun genomfördes på plats, Vretenvägen 8 i Solna, av Hans Cedermark och Håkan Sundquist den 18 november 2004. Deltagare från Vägverket Produktion var avdelningschef Per-Olof Johansson, arbetschef Lotten Herrman och platschefen Dan Flycht. Intervjun tog ca 1,5 tim.

Företaget: Vägverket Produktion har drift som ett affärsområde med en årlig omsättning på ca 3 miljarder kr. Affärsområdet är indelat i fyra avdelningar, Nord, Mitt, Sydväst och Sydöst. Vi besökte nu avdelning Mitt som omfattar Uppsala län, Södermanlands län och Bergslagen. Avdelning Mitt har en årsomsättning på ca 600 Mkr, varav 23 % är externa uppdrag. I denna entreprenad är det frågan om en samverkan mellan affärsområdena Anläggning och Drift.

Affärsidéer: Vägverket Produktion är marknadsledande på drift och underhåll i Sverige. Man har 52 % av Grundpaket Drift och 27 % av drift och underhåll totalt i landet (3 miljarder kr av 12).

Information: Man rekviderade förfrågningsunderlag, deltog i informationsmöten på CBI och i Eskilstuna.

Entreprenadform: Man är klart intresserad av brounderhållspaket. Man tror att renodlad funktionsentreprenad på 10 år med ersättning baserad på tillstånd av typen BK kan innebära risk för lägre kvalitet. Man frestas då att låta bli att göra åtgärder. Om man skulle gå mot funktionsentreprenad, kan man ta en större andel på egenskapskrav, men de tunga reparationerna bör upphandlas på ritningar och mängdförteckning. Nuvarande entreprenadform är bra. Det är inte så konstigt att teknikutvecklingen stannat av. Den lönar sig inte (exempel kantstolpstvätt och sättning av snöstör).

Förfrågningsunderlag: a) Man är van att kalkylera egenskapskrav även om det är svårt. Broreparationer är lättare. b) Man lämnade det lägsta anbudet och fick entreprenaden.

Anbud: Vår konkurrensfördel är att vi sysselsätter folk med vinterväghållning under vintern. Vi anlitar underentreprenörer på vattenbilning och betongsprutning.

Lönsamhet: Brounderhållspaket kan förbättra lönsamheten och också ge fler beställare. Man är förvånad över att inte Skanska lade ett anbud, när man ju fick entreprenaden på Grundpaket Drift för Uppsala.

Intervju med E-schakt Entreprenad AB

Intervjun genomfördes på plats, Ulvsundavägen 140B i Bromma, av Hans Cedermark den 18 november 2004 med Michael Edberg, civ ing V, vice vd och delägare i företaget. Intervjun tog ca 1,5 tim.

Företaget: E-schakt är ett medelstort företag inom anläggningsbranschen lokaliserat till Stockholm och med Storstockholm som verksamhetsområde. Företaget är specialiserat på brounderhåll. Företaget är årsentreprenörer (upphandling utan ritningar) åt Vägverket region Stockholm, Banverket östra regionen, Stockholms stad och Solna stad. Årsomsättning är ca 80 Mkr, varav 60 Mkr på brounderhåll. Ca 40 anställda, varav 10 tjänstemän och 30 yrkesarbetare. Ett tjugotal man hyrs in.

Affärsidéer: Företaget är specialiserat och gör det mesta i egen regi. Man har egen utrustning för vattenbilning, egna kranbilar men inte egen sprutbetongsutrustning. Företaget är specialiserat på att byta fogar och kantbalkar.

Information: Man rekvirerade förfrågningsunderlag, men deltog ej i informationsmöten på CBI eller i Eskilstuna.

Entreprenadform: Man är tveksam till alltför stora brounderhållsentreprenader. Blir det för stora geografiska områden eller för långa tider, kan bara de stora entreprenadföretagen komma i fråga och det är risk för att konkurrensen försvinner. Stockholms län måste delas upp i flera entreprenadområden. Stockholms stad skulle kanske kunna göra ett paket, men helst flera. Reparation av stora broar måste alltid handlas upp för sig.

Förfrågningsunderlag: a) Rutinunderhåll efter egenskapskrav har man inte gjort tidigare; något främmande inför denna uppgift. b) Företaget fick vid just den aktuella tidpunkten orderportföljen fylld med arbeten för Vägverket region Stockholm. Uppsala län ligger lite för långt bort. Förfrågning och upphandling borde ha gjorts på hösten.

Anbud: Man är lite rädd för utvecklingen. Man får jobb på ungefär 1/3 av lämnade anbud. Det är väldigt många krav som skall vara uppfyllda. Beställarna har en tendens att känna större trygghet vid anlitande av stora företag. Företaget känner ändå en trygghet i sin specialistkompetens. Man anser att man gör bättre jobb tack vare duktigt eget folk, som hela tiden vidareutbildas.

Lönsamhet: Hittills har det gått bra. Årsentreprenader är att föredra.

Intervju med GBA Grus&Betong AB

Intervjun genomfördes på plats, Rörvägen 12 i Jordbro, av Håkan Sundquist den 11 november 2004. Den arbetschef (Anders Wigren) som tagit ut handlingar för projektet har lämnat företaget, varför intervjun gjordes med Olle Tell. Sundquist berättade om projektet, syftet med detta och intervjun. Intervjun tog ca 1,5 tim.

Företaget: GBA är ett medelstort företag inom anläggningsbranschen med en omsättning av ca 150 Mkr/år. Man arbetar med alla typer av anläggningsarbeten, alltifrån villagrunder, rörläggning till kajreparationer. Erfarenheter av broar är inte så stor, men har genomfört en del broreparationsprojekt. Företaget arbetar inte mycket med drift/underhåll. Man har viss erfarenhet av underhåll typ ”skötsel av parker och liknade”. Man har egna maskiner och utrustningar för anläggningsarbeten, men inte de specialutrustningar som mest ära aktuella för broreparationer (betongsprutning, vattenbilning). Man anser sig ha personal lämpliga för reparation/underhåll. Kunder är kommuner, landsting, industrier, Vägverket inom Storstockholmsområdet.

Affärsidéer: Man är intresserad av att utveckla kompetens för drift och underhåll. Än så länge har man dock haft svårt att komma in på marknaden. Årsentreprenader hos kommuner kan vara en inkörsport, men marknaden är där mycket låst. Marknaden bedöms dock som intressant för framtiden.

Information: Fick man den vanliga vägen via de listor som finns. Deltog ej i infomötet på CBI, osäkert om Anders Wigren deltog vid infomötet i Eskilstuna. Eftersom ingen av de närvarande var vid informationerna och ingen beredde offerten, blev det ingen diskussion om kvaliteten på det material som tagits fram inom projektet.

Entreprenadform: Man önskar sig en så stor frihet som möjligt när det gäller entreprenadformer för att kunna planera, bäst använda de maskinresurser man har och för att kunna handla upp underentreprenörer med långa välplanerade kontrakt. Någon detaljkunskap (för- och nackdelar) om vilka entreprenadformer som diskuteras in vårt projekt hade man inte.

Förfrågningsunderlag: a) Enligt ovan. b) Man lämnade inte in anbud p g a att den arbetschef som berett projektet slutat. Hade inte det skett hade man lämnat anbud.

Anbud: Mycket riskfyllt att lämna anbud när man inte har detaljkunskap om vilka verkliga krav som gäller särskilt när det gäller ”egenskaper”. Här har anbudsgivare som redan genomfört liknade projekt en fördel. (Erfarenheten dock begränsad av denna typ av frågor se ovan.)

Lönsamhet: Man tror att många företag tjänar bra på typ ”årsentreprenader” åt kommuner. Dock mycket svårt att komma in på denna marknad eftersom de redan etablerade ofta får förlängning av avtalen nästan automatiskt.

Intervju med Skanska Sverige AB

Intervjun genomfördes per telefon av Håkan Sundquist den 23 november 2004 med Anna Söderberg som var ansvarig för projektet. Skanska har inte lämnat någon offert, varför huvuddelen av diskussionen handlade om varför ingen offert lämnats. Intervjun tog ca 45 min. Det var lite "uppförsbacke" i början av intervjun, men efterhand blev det en bra diskussion och orsaken till att anbud inte lämnades, var tydligen mest beroende på tillfälliga orsaker under den planerade entreprenadtiden.

Företaget: Skanska är ju ett välkänt företag, ett av världens största entreprenadföretag. De olika avdelningarna arbetar dock med eget ekonomiskt ansvar. I Uppsala finns bl a en markgrupp och en grupp som arbetar med broar. Markgruppen har nyligen fått driftentreprenaden för område Uppsala. Uppsalaavdelningen har ingen speciell utrustning för broreparationer.

Affärsidéer: Skanska marknadsför sig som ett företag som gärna tar stort ansvar (t ex funktionsentreprenader, BOT och liknade) i entreprenader och man är klart intresserad av den här aktuella typen av projektuppläggningar.

Information: Anna deltog inte i informationen på CBI 2004-02-19, men på informationen vid Vägverket i Eskilstuna 2004-03-25. Någon kontakt mellan Anna och Skanskas representant i projektet Per Westberg har inte förekommit.

Entreprenadform: Den aktuella entreprenaden ansågs intressant som ett bra första steg för ökad effektivitet av underhåll på broar. Det finns ett problem med kopplingen mellan anbudsdelens "egenskaper" och "åtgärder", eftersom dessa i Skanskas organisation hamnar på olika avdelningar. Broavdelningen hade svårt att få ett pris på "egenskaper" från markavdelningen.

Förfrågningsunderlag: Det ansågs bra och intressant. Bra med en samlad portfölj av projekt som möjliggör en god planering.

Anbud: Anna hade börjat analysera anbudshandlingarna, men inte gjort en färdig anbudskalkyl. Att Skanska Uppsala inte lämnade något anbud förklarades med att man inte hade resurser för projektet. De få medarbetarna med brokompetens ville man reservera för andra projekt under den aktuella entreprenadtiden. När jag nämnde de inkomna anbudssummorna tyckte Anna att dessa syntes "låga", men hon kom inte ihåg vad hon själv kommit fram till.

Lönsamhet: Det är svårt att ekonomiskt klara broreparationsentreprenader bl a eftersom de är små och svårplanerade. Det borde dock vara möjligt att få sådana här projekt lönsamma och ett steg på vägen är kanske den här typen av förfrågningar.

List of Bulletins from the Department of Structural Engineering, The Royal Institute of Technology, Stockholm

TRITA-BKN. Bulletin

Pacoste, C., On the Application of Catastrophe Theory to Stability Analyses of Elastic Structures. Doctoral Thesis, 1993. Bulletin 1.

Stenmark, A-K., Dämpning av 13 m lång stålbalk – "Ullevibalken". Utprovning av dämpmassor och fastsättning av motbalk samt experimentell bestämning av modformer och förlustfaktorer. Vibration tests of full-scale steel girders to determine optimum passive control. Licentiatavhandling, 1993. Bulletin 2.

Silfwerbrand, J., Renovering av asfaltgolv med cementbundna plastmodifierade avjämningsmassor. 1993. Bulletin 3.

Norlin, B., Two-Layered Composite Beams with Nonlinear Connectors and Geometry – Tests and Theory. Doctoral Thesis, 1993. Bulletin 4.

Habtezion, T., On the Behaviour of Equilibrium Near Critical States. Licentiate Thesis, 1993. Bulletin 5.

Krus, J., Hållfasthet hos frostnedbruten betong. Licentiatavhandling, 1993. Bulletin 6.

Wiberg, U., Material Characterization and Defect Detection by Quantitative Ultrasonics. Doctoral Thesis, 1993. Bulletin 7.

Lidström, T., Finite Element Modelling Supported by Object Oriented Methods. Licentiate Thesis, 1993. Bulletin 8.

Hallgren, M., Flexural and Shear Capacity of Reinforced High Strength Concrete Beams without Stirrups. Licentiate Thesis, 1994. Bulletin 9.

Krus, J., Betongbalkars lastkapacitet efter miljöbelastning. 1994. Bulletin 10.

Sandahl, P., Analysis Sensitivity for Wind-related Fatigue in Lattice Structures. Licentiate Thesis, 1994. Bulletin 11.

Sanne, L., Information Transfer Analysis and Modelling of the Structural Steel Construction Process. Licentiate Thesis, 1994. Bulletin 12.

Zhitao, H., Influence of Web Buckling on Fatigue Life of Thin-Walled Columns. Doctoral Thesis, 1994. Bulletin 13.

Kjörling, M., Dynamic response of railway track components. Measurements during train passage and dynamic laboratory loading. Licentiate Thesis, 1995. Bulletin 14.

Yang, L., On Analysis Methods for Reinforced Concrete Structures. Doctoral Thesis, 1995. Bulletin 15.

Petersson, Ö., Svensk metod för dimensionering av betongvägar. Licentiatavhandling, 1996. Bulletin 16.

Lidström, T., Computational Methods for Finite Element Instability Analyses. Doctoral Thesis, 1996. Bulletin 17.

- Krus, J., Environment- and Function-induced Degradation of Concrete Structures. Doctoral Thesis, 1996. Bulletin 18.
- Editor, Silfwerbrand, J., Structural Loadings in the 21st Century. Sven Sahlin Workshop, June 1996. Proceedings. Bulletin 19.
- Ansell, A., Frequency Dependent Matrices for Dynamic Analysis of Frame Type Structures. Licentiate Thesis, 1996. Bulletin 20.
- Troive, S., Optimering av åtgärder för ökad livslängd hos infrastrukturkonstruktioner. Licentiatavhandling, 1996. Bulletin 21.
- Karoumi, R., Dynamic Response of Cable-Stayed Bridges Subjected to Moving Vehicles. Licentiate Thesis, 1996. Bulletin 22.
- Hallgren, M., Punching Shear Capacity of Reinforced High Strength Concrete Slabs. Doctoral Thesis, 1996. Bulletin 23.
- Hellgren, M., Strength of Bolt-Channel and Screw-Groove Joints in Aluminium Extrusions. Licentiate Thesis, 1996. Bulletin 24.
- Yagi, T., Wind-induced Instabilities of Structures. Doctoral Thesis, 1997. Bulletin 25.
- Eriksson, A., and Sandberg, G., (editors), Engineering Structures and Extreme Events – proceedings from a symposium, May 1997. Bulletin 26.
- Paulsson, J., Effects of Repairs on the Remaining Life of Concrete Bridge Decks. Licentiate Thesis, 1997. Bulletin 27.
- Olsson, A., Object-oriented finite element algorithms. Licentiate Thesis, 1997. Bulletin 28.
- Yunhua, L., On Shear Locking in Finite Elements. Licentiate Thesis, 1997. Bulletin 29.
- Ekman, M., Sprickor i betongkonstruktioner och dess inverkan på beständigheten. Licentiate Thesis, 1997. Bulletin 30.
- Karawajczyk, E., Finite Element Approach to the Mechanics of Track-Deck Systems. Licentiate Thesis, 1997. Bulletin 31.
- Fransson, H., Rotation Capacity of Reinforced High Strength Concrete Beams. Licentiate Thesis, 1997. Bulletin 32.
- Edlund, S., Arbitrary Thin-Walled Cross Sections. Theory and Computer Implementation. Licentiate Thesis, 1997. Bulletin 33.
- Forsell, K., Dynamic analyses of static instability phenomena. Licentiate Thesis, 1997. Bulletin 34.
- Ikäheimonen, J., Construction Loads on Shores and Stability of Horizontal Formworks. Doctoral Thesis, 1997. Bulletin 35.
- Racutanu, G., Konstbyggnaders reella livslängd. Licentiatavhandling, 1997. Bulletin 36.
- Appelqvist, I., Sammanbyggnad. Datastrukturer och utveckling av ett IT-stöd för byggprocessen. Licentiatavhandling, 1997. Bulletin 37.

- Alavizadeh-Farhang, A., Plain and Steel Fibre Reinforced Concrete Beams Subjected to Combined Mechanical and Thermal Loading. Licentiate Thesis, 1998. Bulletin 38.
- Eriksson, A. and Pacoste, C., (editors), Proceedings of the NSCM-11: Nordic Seminar on Computational Mechanics, October 1998. Bulletin 39.
- Luo, Y., On some Finite Element Formulations in Structural Mechanics. Doctoral Thesis, 1998. Bulletin 40.
- Troive, S., Structural LCC Design of Concrete Bridges. Doctoral Thesis, 1998. Bulletin 41.
- Tärno, I., Effects of Contour Ellipticity upon Structural Behaviour of Hyperform Suspended Roofs. Licentiate Thesis, 1998. Bulletin 42.
- Hassanzadeh, G., Betongplattor på pelare. Förstärkningsmetoder och dimensioneringsmetoder för plattor med icke vidhäftande spännarmering. Licentiatavhandling, 1998. Bulletin 43.
- Karoumi, R., Response of Cable-Stayed and Suspension Bridges to Moving Vehicles. Analysis methods and practical modeling techniques. Doctoral Thesis, 1998. Bulletin 44.
- Johnson, R., Progression of the Dynamic Properties of Large Suspension Bridges during Construction – A Case Study of the Höga Kusten Bridge. Licentiate Thesis, 1999. Bulletin 45.
- Tibert, G., Numerical Analyses of Cable Roof Structures. Licentiate Thesis, 1999. Bulletin 46.
- Ahlenius, E., Explosionslaster och infrastrukturkonstruktioner - Risker, värderingar och kostnader. Licentiatavhandling, 1999. Bulletin 47.
- Battini, J-M., Plastic instability of plane frames using a co-rotational approach. Licentiate Thesis, 1999. Bulletin 48.
- Ay, L., Using Steel Fiber Reinforced High Performance Concrete in the Industrialization of Bridge Structures. Licentiate Thesis, 1999. Bulletin 49.
- Paulsson-Tralla, J., Service Life of Repaired Concrete Bridge Decks. Doctoral Thesis, 1999. Bulletin 50.
- Billberg, P., Some rheology aspects on fine mortar part of concrete. Licentiate Thesis, 1999. Bulletin 51.
- Ansell, A., Dynamically Loaded Rock Reinforcement. Doctoral Thesis, 1999. Bulletin 52.
- Forsell, K., Instability analyses of structures under dynamic loads. Doctoral Thesis, 2000. Bulletin 53.
- Edlund, S., Buckling of T-Section Beam-Columns in Aluminium with or without Transverse Welds. Doctoral Thesis, 2000. Bulletin 54.
- Löfsjögård, M., Functional Properties of Concrete Roads – General Interrelationships and Studies on Pavement Brightness and Sawcutting Times for Joints. Licentiate Thesis, 2000. Bulletin 55.
- Nilsson, U., Load bearing capacity of steel fibre reinforced shotcrete linings. Licentiate Thesis, 2000. Bulletin 56.
- Silfwerbrand, J. and Hassanzadeh, G., (editors), International Workshop on Punching Shear Capacity of RC Slabs – Proceedings. Dedicated to Professor Sven Kinnunen. Stockholm June 7-9, 2000. Bulletin 57.

Wiberg, A., Strengthening and repair of structural concrete with advanced, cementitious composites. Licentiate Thesis, 2000. Bulletin 58.

Racutanu, G., The Real Service Life of Swedish Road Bridges - A case study. Doctoral Thesis, 2000. Bulletin 59.

Alavizadeh-Farhang, A., Concrete Structures Subjected to Combined Mechanical and Thermal Loading. Doctoral Thesis, 2000. Bulletin 60.

Wäppling, M., Behaviour of Concrete Block Pavements - Field Tests and Surveys. Licentiate Thesis, 2000. Bulletin 61.

Getachew, A., Trafiklaster på broar. Analys av insamlade och Monte Carlo genererade fordonsdata. Licentiatavhandling, 2000. Bulletin 62.

James, G., Raising Allowable Axle Loads on Railway Bridges using Simulation and Field Data. Licentiate Thesis, 2001. Bulletin 63.

Karawajczyk, E., Finite Elements Simulations of Integral Bridge Behaviour. Doctoral Thesis, 2001. Bulletin 64.

Thöyrä, T., Strength of Slotted Steel Studs. Licentiate Thesis, 2001. Bulletin 65.

Tranvik, P., Dynamic Behaviour under Wind Loading of a 90 m Steel Chimney. Licentiate Thesis, 2001. Bulletin 66.

Ullman, R., Buckling of Aluminium Girders with Corrugated Webs. Licentiate Thesis, 2002. Bulletin 67.

Getachew, A., Traffic Load Effects on Bridges. Statistical Analysis of Collected and Monte Carlo Simulated Vehicle Data. Doctoral Thesis, 2003. Bulletin 68.

Quilligan, M., Bridge Weigh-in-Motion. Development of a 2-D Multi-Vehicle Algorithm. Licentiate Thesis, 2003. Bulletin 69.

James, G., Analysis of Traffic Load Effects on Railway Bridges. Doctoral Thesis 2003. Bulletin 70.

Nilsson, U., Structural behaviour of fibre reinforced sprayed concrete anchored in rock. Doctoral Thesis 2003. Bulletin 71.

Wiberg, A., Strengthening of Concrete Beams Using Cementitious Carbon Fibre Composites. Doctoral Thesis 2003. Bulletin 72.

Löfsjögård, M., Functional Properties of Concrete Roads – Development of an Optimisation Model and Studies on Road Lighting Design and Joint Performance. Doctoral Thesis 2003. Bulletin 73.

Bayoglu-Flener, E., Soil-Structure Interaction for Integral Bridges and Culverts. Licentiate Thesis 2004. Bulletin 74.

Lutfi, A., Steel Fibrous Cement Based Composites. Part one: Material and mechanical properties. Part two: Behaviour in the anchorage zones of prestressed bridges. Doctoral Thesis 2004. Bulletin 75.

Johansson, U., Fatigue Tests and Analysis of Reinforced Concrete Bridge Deck Models. Licentiate Thesis 2004. Bulletin 76.

Roth, T., Langzeitverhalten von Spannstählen in Betonkonstruktionen. Licentiate Thesis 2004. Bulletin 77.

Hedebratt, J., Integrerad projektering och produktion av industrigolv – Metoder för att förbättra kvaliteten. Licentiatavhandling, 2004. Bulletin 78.

Österberg, E., Revealing of age-related deterioration of prestressed reinforced concrete containments in nuclear power plants – Requirements and NDT methods. Licentiate Thesis 2004. Bulletin 79.

Broms, C.E., Concrete flat slabs and footings New design method for punching and detailing for ductility. Doctoral Thesis 2005. Bulletin 80.

Wiberg, J., Bridge Monitoring to Allow for Reliable Dynamic FE Modelling - A Case Study of the New Årsta Railway Bridge. Licentiate Thesis 2006. Bulletin 81.

The bulletins enumerated above, with the exception for those which are out of print, may be purchased from the Department of Civil and Architectural Engineering, The Royal Institute of Technology, SE-100 44 Stockholm, Sweden.

The department also publishes other series. For full information see our homepage <http://www.byv.kth.se>