



# **BROAR OCH TUNNLAR**

**INFÖR 2000-TALET**

## GENOM LUFT OCH BERG

Broar och tunnlar är magi. De skapar möten mellan människor och utgör starka symboler. I flera hundra år har Sveriges folk byggt broar. Många av dessa finns fortfarande kvar, och vår generation har nu till uppgift att förvalta dem. Det arvet har vuxit kraftigt de senaste decennierna, och dessutom har vårt land – förskonat från världskriegen – ett av världens äldsta brobestånd. De broar och tunnlar som ingår i det statliga vägnätet representerar också ett stort kapital. Det skulle kosta ca 55 miljarder kronor att bygga upp dem idag. En av Vägverkets uppgifter är att se till att detta kapital förblir intakt.

Vi har byggt broar över älvar och vattendrag under mycket lång tid. Under 1950-talet och framåt har många broar byggts på våra motorvägar och motortrafikleder. Idag är nybyggen av broar och tunnlar minst lika aktuella som tidigare, men nu främst som en lösning på miljö- och trafikproblemen samt för den regionala utvecklingen.

Denna skrift beskriver det statliga *bro- och tunnelbestånd* som byggts upp i *Sverige* samt de tre *utmaningar* som *2000-talet* innebär.

**Titel:** Broar och tunnlar inför 2000-talet  
**Utgivare:** Vägverket, Enheten för statlig väghållning  
**Publikation:** 2001:18  
**Utgiven:** 2001-05  
**ISSN:** 1401-9612  
**Distributör:** Vägverket, Butiken, 781 87 Borlänge



# 1

Sveriges broar och tunnlar används av miljoner människor dagligen och representerar ett stort kapital. Återanskaffningsvärdet för de broar och tunnlar som ingår i det statliga vägnätet är ca 55 miljarder. Att bygga en ny medelstor bro kostar drygt 3 miljoner kronor. För trafikanterna kan förseningar eller omvägar innebära minst lika omfattande kostnader som de väghållaren har för genomförandet av åtgärden.

## FÖRSTA UTMANINGEN

# Sveriges broar och tunnlar – ett arv att förvalta



## Ansvar

Vägverket har ett ansvar för bland annat de statliga byggnadsverk som ingår i vägtransportssystemet. Det övergripande trafikpolitiska målet har förtydligats genom följande fem delmål:

1. Ett tillgängligt transportsystem
2. Hög transportkvalitet
3. Positiv regional utveckling
4. Säker trafik
5. God miljö

Alla byggnadsverk förvaltas av den region de ligger i och regionerna har därmed ansvaret för byggande, drift, underhåll och förbättring. Vägverkets huvudkontor har ansvaret för den övergripande planeringen och ger regionerna stöd vid bland annat byggande och förvaltande av broar och tunnlar.

Regionerna ansvarar för att broar och tunnlar inspekteras, skador dokumenteras samt att åtgärder planeras och utförs. Flera av dessa arbetsuppgifter utförs av konsulter och entreprenörer utanför Vägverket.

Mer information om ansvar och organisation finns på Vägverkets hemsida, [www.vv.se](http://www.vv.se)

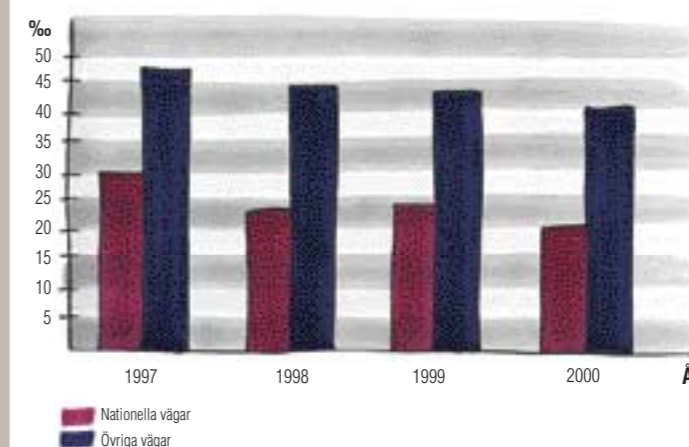
De årliga kostnaderna för förvaltning (drift, underhåll och förbättring) av broar förväntas uppgå till 700-900 miljoner kronor under de första åren på 2000-talet. Motsvarande kostnader för tunnlar är ca 100 miljoner kronor. För tunnelarna innebär detta en väsentlig ökning mot tidigare. Kostnadsökningen är en följd av driftkostnader för de stora tunnelprojekten som byggs i Stockholm och Göteborg.

Banverket, kommuner och privata ban- eller väghållare äger och ansvarar för broar och tunnlar utanför det statliga vägnätet.



## Brist på kapitalvärde

Planering och uppföljning av broförvaltningen sker bland annat med hjälp av tillståndsparemetern "Brist på kapitalvärde". Parametern beskriver värdet av förekommande skador (standardiserad värdering) i förhållande till återanskaffningsvärdet i promille. Av diagrammet framgår brobeståndets tillstånd uttryckt som brist på kapitalvärde vid utgången av åren 1997, 1998, 1999 och 2000.



# SVERIGES LÄNGSTA VÄGBROAR

Ölandsbron  
byggd 1972

6 072 m

Höga Kustenbron  
Kramfors, byggd 1997

1 867 m

Sunningebron  
Uddevalla, byggd 2000

1 712 m

Vallsundsbron  
Östersund, byggd 1998

1 500 m

Stallbackabron  
Trollhättan, byggd 1981

1 392 m

Sannsundsbron  
Storsjön, Jämtland, byggd 1981

1 322 m

Strängnäsbron  
byggd 1981

1 164 m

Essingeleden  
Stockholm, byggd 1970

1 137 m

Alnöbron  
Sundsvall, byggd 1964

1 042 m

Nya Lidingöbron  
Stockholm, byggd 1971

997 m

Obbolabron  
Umeå, byggd 1989

979 m

Nordreälvbron  
Kungälv, byggd 1968

956 m

Torsöbron  
Mariestad, byggd 1994

940 m

Älvsborgsbron  
Göteborg, byggd 1966

933 m

Angeredsbron  
Göteborg, byggd 1979

930 m

Bergnäsbron  
Luleå, byggd 1954

897 m

Sandöbron  
Kramfors, byggd 1943

810 m

Ölandsbron

## Broar

1944 fick Vägverket ansvaret för de broar som ingick i det allmänna vägnätet. Samtidigt upprättades ett register över alla Sveriges statliga vägbroar. Många nya broar byggdes, men underhållet var både sällsynt och osystematiskt genomfört.

Under 1960-talet började en strukturerad satsning på underhåll och i inledningen av 1980-talet påbörjades arbetet med att få ett enhetligt system för förvaltning av broar. De tekniska beskrivningarna skärptes efter hand för att möta de ökade kraven på bland annat bärighet och beständighet. Idag ser vi resultatet av denna skärpning i den positiva effekten som detta haft på broarnas tillstånd.

Under slutet av 1900-talet var nybygget av broar i Sverige omfattande. Uddevallabron, Höga Kustenbron och Öresundsbron var alla stora projekt. I Uddevalla och Höga Kusten blev Vägverkets respektive regioner förvaltare av broarna, medan Öresundsbron ägs och drivs av ett bolag ägt av danska och svenska staten.

Vägverket ansvarar idag för närmare 15 000 broar. Av dessa är ca 70 procent byggda i betong, 25 procent av stål, drygt 5 procent av sten. Några broar är byggda av bland annat trä och aluminium. Den totala ytan för dessa broar är närmare 4 miljoner kvadratmeter, vilket motsvarar mer än 500 fotbollsplaner.

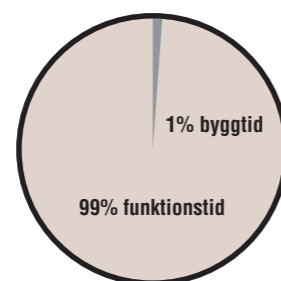
Brobygget fortsätter in på det nya årtusendet. Efter förbindelsen med Danmark via Öresundsbron, blir det en förbindelse med Norge via en ny bro i Svinesund. I Sundsvall har man länge diskuterat en bättre förbifart för E4 och under de första åren på 2000-talet kommer den troligen att förverkligas med en bro i Sundsvallsbukten.

Antalet broar har stadigt ökat under slutet av 1900-talet. Om de planer förverkligas som idag finns på nya trafiklösningar kommer antalet ytterligare att öka. Även om nya vägsträckningar byggs behåller ofta Vägverket ansvaret för broarna på den gamla sträckan, vilket även medför att Vägverkets åtagande ökar.

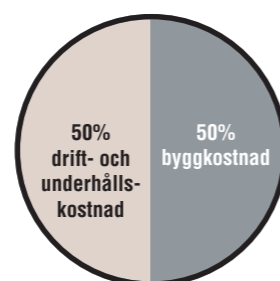
## Kostnaderna varierar

Drift- och underhållskostnaderna per år för att behålla broarna i gott skick är ungefär 1 procent av återanskaffningsvärdet. Kostnaden påverkas av

broens ålder och av vilka tekniska krav som gäller vid byggandet. Detta medför att olika kostnader uppstår vid olika ålder för olika broar.



Brons livstid



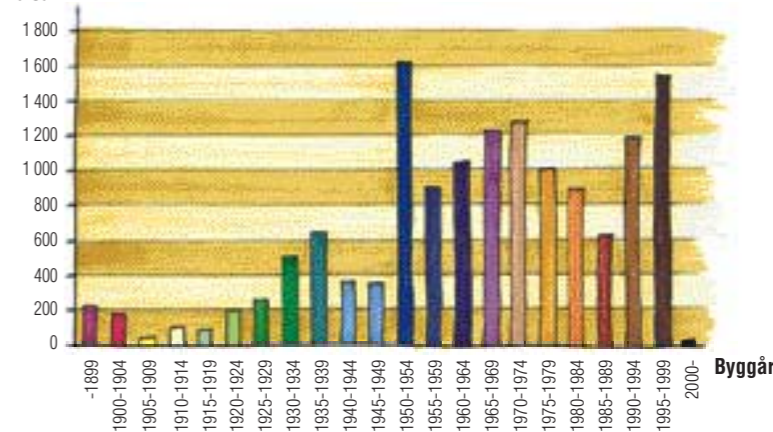
Brons kostnader

Figurerna beskriver fördelningen mellan byggfasen respektive drift- och underhållsfasen, dels i tid och dels i väghållarkostnader. Väghållarkostnaderna avser summerade årliga kostnader uttryckta i fast prisläge.

## Vi vet inte när de broar som byggs idag kommer att bytas ut

En bro byggs normalt för en livslängd av ca 100 år. Många broar har emellertid i praktiken bytts ut betydligt tidigare, efter 60 - 65 år. Framst beror det på samhällets krav på effektivare infrastruktur. Behov av bättre framkomlighet, ökade trafiklast och trafiksäkrare lösningar slår ut äldre broar innan skador ger anledning till utbyte.

Antal broar



Diagrammet visar antalet broar som trafikeras idag fördelat efter det år de byggdes.

## Broar är en viktig del av Sveriges kulturarv

Genom åren har broar gjort mänskliga möten möjliga i vårt avlånga land. De är också en viktig del i utvecklingen av vårt välbefinnande. Det finns både kulturella och estetiska skäl till att bevara en del av vårt broarv. Att bevara dessa broar i ursprungligt skick och inte ersätta dem med nya är i många fall kostsamt. Vägverket har tillsammans med Banverket gjort en nationell inventering av sina broar. Inventeringen kommer sedan att utgöra ett av underlagen då vi bestämmer vilka broar som ska bevaras av kulturhistoriska skäl. Boken "Våra broar – en kulturskatt", som ges ut av Banverket och Vägverket, beskriver ett antal av de inventerade broarna på ett utförligt och lättillgängligt sätt ur ett kulturhistoriskt perspektiv.



Bro över Lidån, Lidköping.

# SVERIGES STATLIGA VÄGTUNNLAR

Musköttunneln 2 960 m  
Nynäshamn, byggd 1964 (E)

Lundbytunneln 2 060 m  
Göteborg, byggd 1998 (D)

Gnistängstunneln 712 m  
Göteborg, byggd 1978 (E)

Vindötunneln 470 m  
Uddevalla, byggd 1966 (E)

Tingstadstunneln 454 m  
Göteborg, byggd 1967 (D)

Kärratunneln 375 m  
Uddevalla, byggd 1976 (D)

Häggvikstunneln 300 m  
Stockholm, byggd 1999 (D)

Åsklostertunneln 265 m  
Varberg, byggd 1981 (D)

Gårdstenstunneln 235 m  
Göteborg, byggd 1978 (E)

Norra länken 235 m  
Stockholm, byggd 1992 (D)

Sörvikstunneln 220 m  
Uddevalla, byggd 1976 (D)

Fredhällstunneln 200 m  
Stockholm, byggd 1967 (D)

Lindötunneln 180 m  
Stockholm, byggd 1994 (E)

Stadsbergstunneln 153 m  
Hammarstrand, byggd 1968 (D)

Grindtunneln 149 m  
Rabbalshede, byggd 2000 (D)

Stenungsötunneln 120 m  
Stenungsund, byggd 1957 (E)

Jerikotunneln 110 m  
Partille, byggd 1963 (D)

Norra länken 78 m  
Stockholm, byggd 1992 (E)

Boxvikstunneln 74 m  
Stenungsund, byggd 1958 (E)

E = enkeltunnel  
D = dubbeltunnel

Fem miljoner ton  
berg sprängs bort  
i Södra Länkens  
tunnlar.



foto: Mikael Ullén

## Ökade utmaningar med arvet

Allt mer komplexa trafiklösningar byggs för att tillmötesgå kraven på framkomlighet, säkerhet och god miljö. Flera stora vägutbyggnader med tunnlar gjordes kring millennieskiftet.

Göteborgsöverenskommelsen är den största satsningen på kollektivtrafik, vägtrafik och miljö som någonsin gjorts i Göteborg. Två nya tunnlar ingår, Lundbytunneln som togs i trafik 1998 och Götatunneln som färdigställs under början av 2000-talet. Dessutom har Gnistängstunneln på Västerleden byggts om.

## Lundbytunneln

Innan tunneln byggdes körde ca 30 000 bilar varje dygn genom ett bostadsområde på Hisingen. När tunneln togs i bruk förbättrades miljön för ett stort antal människor. Lundbytunneln är ett bra exempel på hur tunnlar kan bidra till höjd livskvalité i storstadsområdena. Miljön kring den gamla vägsträckningen kunde byggas om radikalt och närmiljön för dem som bor i området fick en genomgripande förbättring.



foto: Anette Ericsson, Adera

Bräckevägen på  
Hisingen har återställts  
till en lugn, lummig  
stadsgata.

## Tunnlar

Det finns ca 20 vägtunnlar i Sverige och de är koncentrerade till Stockholm, Göteborg och Västkusten. Merparten är byggda för att vägen ska kunna gå genom eller under hinder i terrängen som berg och vattendrag. Sverige kommer att bygga fler tunnlar de närmaste åren. I första hand i tätorter som en lösning för att skapa en god stads- och boendemiljö.

De flesta äldre tunnlar är bergtunnlar som byggdes utan några speciella krav på täthet. Erfarenheterna från dessa tunnlar är att inläckande grundvatten vintertid medför isbildning med trafikproblem som följd. Vattnet förkortar dessutom livslängden för såväl tunnelkonstruktionen som installationerna i tunneln.

Tunnlar kan byggas på flera olika sätt. Det vanligaste och billigaste utförandet är en sprängd tunnel genom berg. Ett annat sätt är att bygga i vatten genom att sänka ned förtillverkade tunneldelar i en schaktad ränna.

De två viktigaste konstruktionskraven på en tunnel är att den ska hålla jord- och bergmassor på plats samt att vatten ska hindras från att tränga in. Olika lösningar finns för att täta en tunnel. De vanligaste är att använda betongkonstruktioner, cementinjekteringar och tätmembran.

Tunnlar måste förses med olika typer av installationer för att trafiken ska kunna passera igenom dem. Exempelvis måste de ha belysning och ventilation. Dessutom tillkommer olika typer av installationer för säkerhet, övervakning och trafikantinformation. Dagens tunnlar inrymmer en stor mängd installationer som ständigt måste fungera, och detta ställer höga krav på drift och underhåll.



foto: Nils-Olof Sjödén

Lundbytunnelns väggar är  
klädda med ljusa kakelplattor.  
För att hjälpa trafikanten att  
uppfatta var i tunneln han befinner  
sig har färgade partier lagts in.

Borring av hål i  
Södra Länkens tunnlar  
för tätning genom  
cementinjektering  
och injutning av  
förstärkningsbultar.



foto: Mikael Ullén

foto: Mikael Ullén

Den rätta placeringen för borrhålen  
visas på datorns display.

## Viktiga årtal för Sveriges broar och tunnlar genom historien

### 1650

Stenvalvbron över Aspasjöns utlopp i Gusselby strax norr om Lindesberg byggdes. Den är idag den äldsta bron i trafik på det statliga vägnätet.

### 1847

Den första stålbron för fordonstrafik i Sverige invigdes, en rullbro över Göta kanal vid Karlsborg.

### 1874

En vägbro uppfördes över Skräboån i Bromölla med det valvformade bärverket helt i betong. Sveriges första egentliga betongbro.

### 1910-talet

Stålarmering av betong kom in på allvar i brobygandet med flera väg- och järnvägsbroar utförda i det nya konstruktionsmaterialet.

De första plattramarna byggdes. Närmare hälften av brobeståndet är idag av denna brotyp.

### 1943

Sandöbron invigdes med världens längsta betongspann, 269 meter.

Extern spännarmering användes för första gången vid brobyggnad i Klockestrandsbron över Ångermanälven i Kramfors.

### 1944

Vägverket tog över ansvaret för byggande och förvaltning av broar på det statliga vägnätet. En broläggare med alla Sveriges statliga broar började föras. Systematisk inspektion infördes. Den första klassningen av brobeståndet genomfördes.

### 1947

De första s k ekvivalentlasterna kom. Broar byggda efter dess laster klarade betydligt högre trafiklast än tidigare.

### 1950-talet

Under 1950-talet ökade antalet bilar och andra transportfordon snabbt och vägnätet byggdes ut i rask takt, vilket också gjorde att broarnas storlek och antal ökade.

### 1951

Bron över Slätbaken vid Stegeborg byggdes. Den är en av de första broarna med ingjuten spännarmering.

### 1956

Den första moderna snedkabelbron, Strömsundsbron invigdes.

### 1957

Vid Stenungsön på Tjörnleden öppnades Sveriges första vägtunnel för trafik.

### 1957-62

Den andra klassningen av vägnätet genomfördes, till axel och boggi 8/12.

### 1960-talet

I slutet av 60-talet började broarna konstrueras med hjälp av datorberäkningar.

### 1964

Sveriges längsta tunnel, Muskötunneln vid Nynäshamn, togs i trafik.

### 1965

Vägverket satsade fram till 1960 mycket pengar på broar och den höga byggnadstakten fortsatte under 1960-talet. Satsningen gällde dock i första hand nybyggen, underhållet hade en mycket lägre prioritet.

Bättre kunskap och bättre teknik gjorde att beständigheten hos broarna blev bättre. Den främsta förbättringen var att man började blanda luft i betongen. Detta motverkar tösaltets negativa inverkan på frostbeständigheten.

### 1967

Tingstadstunneln under Göta älv i Göteborg invigdes, Sveriges enda sänktunnel för vägtrafik.

### 1972

Broarnas bärighet omklassades inriktat mot dagens BK2.

Ölandsbron som då var Europas längsta bro invigdes.

### 1975

Delar av broregistret från 1944 datoriserades.

### 1979

En anvisning infördes för hur de statliga broarna enhetligt ska inspekteras och underhållas.

### 1980-talet

Under 1980-talets första hälft genomfördes särskild inspektion av brobaneplattor för drygt 6 000 broar byggda före 1965, till följd av begynnande problem med betongskador under beläggningar. Beslut togs om att genomföra ett åtgärdsprogram för omisolering av brobaneplattor, i vissa fall inklusive betongreparationer.



Brovakt vid flottbron i Djurås, Gagnef. Fotot är taget på 1920-talet.

Bro över Österdalälven vid Insjön. Den gamla bron från 1915 byggdes för kombinerad järnvägs- och landsvägstrafik. Vägtrafiken flyttade 1955 över till en ny bro strax nedströms den gamla.



Nisser foto, Gagnef

Efter olyckan på Tjörnbron ökades kraven på broarnas spännvidd, för att minska risken för påsegling av brodelarna. Olyckan ledde även till kontroll och åtgärder för ett antal befintliga broar. Samtidigt ökade intresset för att göra broar som inte bara var funktionella, utan som också var vackra och som passade väl in i omgivningen – broestetik.

### 1983

Satsningen på underhåll och högvärdigare material gjorde att broarnas förväntade livslängd ökade ytterligare.

### 1985

Vattenbilningstekniken började användas för selektiv borttagning av betong. Metoden innebar stora fördelar för kvalitet, kostnader och ergonomi.

### 1987

Ett nytt datoriserat inspektionssystem infördes, vilket blev plattformen för utvecklingen av ett IT-baserat förvaltningssystem.

Riksdagen avsatte närmare 6 miljarder kronor under en tioårsperiod för att höja bärigheten på det statliga vägnätet. Initialt gjordes det för att

klara EUs viktbestämmelser. Samtidigt påbörjades en omklassning av brobeståndet.

Genom att bärighetssatsningen omfattade äldre broar, de flesta byggda före andra världskriget, förbättrades beständigheten samtidigt för en stor del av brobeståndet. Därmed kunde den stora efterläpningen som konstaterades för brobanaplattorna lättare tas om hand.

### 1996

De första bilarna rullade över Tranarpsbron några mil nordväst om Helsingborg. Det var den första bron som gavs ett system med fördröjningsdammar och avskiljare för att på ett miljöriktigt sätt ta hand om ytvatten, oljespill, etc från vägbanan.

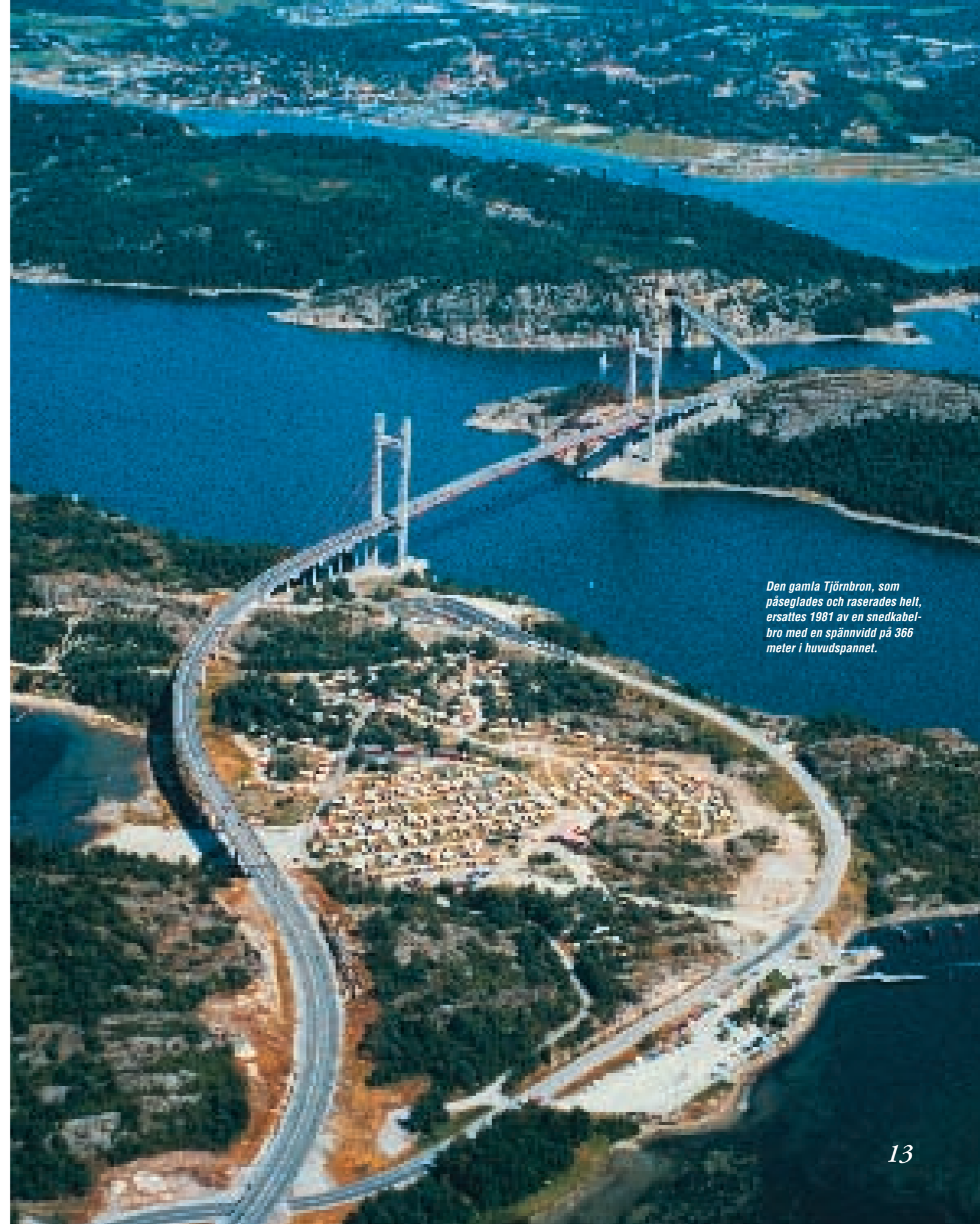
### 1997

Det IT-baserade broförvaltningssystemet byggdes ut med en modul som stödjer teknisk och ekonomisk planering av broåtgärder.

Högakustenbron med Sveriges längsta brospänn på 1 210 meter invigdes.

### 1998

Lundbytunneln i Göteborg togs i trafik. Det är landets modernaste och näst längsta tunnel.



Den gamla Tjörnbron, som påsegldes och raserades helt, ersattes 1981 av en snedkabelbro med en spännvidd på 366 meter i huvudspänn.

## 2

## Förvaltning till minsta kostnad för samhället

Det arv som vi fått att förvalta, kan tas om hand på många olika sätt. Historiskt sett byggdes broar och tunnlar för att vara ”så starka som möjligt” eller ”stå i hundra år”. Idag är filosofin mer rationell. Vägverkets ledstjärna är att bygga och förvalta byggnadsverken samt att anpassa dessa till samhällets krav på förändring till så låg kostnad som möjligt.

I takt med att antalet broar och tunnlar i Sverige växer, ökar kostnaderna för underhåll och drift av dessa. Även om broar och tunnlar kräver ett speciellt underhåll, ska de behandlas och prioriteras som vilken annan del av vägen som helst. De är i sig inte heller viktiga, utan deras funktion, att som en del i en väglänk förbinda två punkter, är det väsentliga.

Bakom varje beslut ligger därför en strävan efter att ta hänsyn till samhällets totala nyttor och kostnader. Det betyder dels att många olika faktorer måste tas med i beräkningarna, dels att många olika alternativa lösningar måste övervägas. En del av de viktigaste faktorerna beskrivs närmare här intill.

**Trafiken**

Hur mycket kostar det trafikanterna att en bro eller en tunnel blir avstängd en viss tid vid en viss tidpunkt? Vad blir konsekvenserna om man för att genomföra en åtgärd bara stänger ena väghalvan?

**Väghållningsstrategi**

Vilken bro eller tunnel är i mest behov av underhåll? I vilket fall blir lönsamheten störst, om man gör underhåll nu eller senare? Ska man göra en liten reparation nu, för att några år senare göra en total renovering? Vad blir konsekvenserna om man inte gör något alls nu och istället byter ut hela objektet på lite längre sikt? Kan man flytta fram åtgärden utan att trafiksäkerhet eller bärighet påverkas?

**Forskningen**

Vilket är det bästa sättet att underhålla och reparera ett byggnadsverk? Vilken är den långsiktigt mest lönsamma bro- eller tunneltypen? Hur påverkas miljön och trafiksäkerheten? Hur skapas flexibla lösningar för framtiden?

**Tillgängliga ekonomiska ramar**

Hur mycket pengar kommer att behövas för bro- och tunnelunderhåll de närmaste åren? Vad ryms inom de anslag som finns? Hur lönsamt är det jämfört med investeringar i andra delar av vägnätet? Hur används resurserna på bästa sätt?

Mycket erfarenhet om de olika byggnadsverken kommer från planerings-, byggande- och förvaltningsprocesserna (förstudie, vägutredning, arbetsplan, bygghandling, byggande, inspektion, drift och underhåll). Genom att väga samman dessa faktorer och erfarenheter kan man fatta de beslut som långsiktigt är mest lönsamma för Sverige, för varje region och för varje enskilt objekt.

Bland annat används livscykelanalyser, LCA, och livscykelkostnadsanalyser, LCC, för att hitta de mest miljö- och kostnadseffektiva alternativen. Detta kräver omfattande informationsförsörjning, beräkningar och simuleringar. Med dagens IT-hjälpmiddel ges helt andra möjligheter än för bara några år sedan att lägga resurser på rätt ställe och på rätt nivå vid rätt tidpunkt.

Broar inspekteras handnära minst vart sjätte år.





Forsmobron, Sollefteå.



Rödöbron, Frösön.



Ölandsbron.



Stenvalvbro vid Hemsjö, Blekinge.

## Broar

### SAFE-systemet

Hjälpmidlet för broförvaltning är idag det IT-baserade SAFE-systemet, SäkrA, Funktionella och Ekonomiska broar. Systemet täcker förvaltningen av en bro under hela dess livstid, från att den tas i trafik, tills den rivs. Man kan studera varje enskild skada, varje enskild bro eller ett urval av broar.

Under början av 2000-talet byter systemet helt IT-plattform. Genom ett samarbete med övriga förvaltare av väg- och järnvägsbroar kommer ett gemensamt koncept (begreppsapparat, metodik, IT-verktyg etc.) att etableras för hela branschen. Vidare kommer SAFE-systemet att byggas ut för att täcka in flera byggnadsverk och på så vis möjliggöra stora effektivitetsvinster för samhället.

Samtidigt kan samhället, alla kategorier av beslutsfattare och användare, få tillgång till samlad information om landets byggnadsverk inom väg- och baninfrastrukturen.

De närmaste åren kommer användarna att bli fler, både inom och utom Vägverket. Idag använder drygt ett 30-tal av de större kommunerna i Sverige systemet, framför allt för inspektion. Intresset för SAFE-systemet ökar, och eftersom de flesta byggnadsverk förvaltas på samma sätt kan det även användas av t ex Banverket och enskilda vägghållare.

### Inspektion

Broförvaltningens bas utgörs av regelbundna – och väl definierade – inspektioner. Alla broar inspekteras minst vart sjätte år. Skador som kan påverka konstruktionen noteras och registreras i Vägverkets SAFE-system.

Med utgångspunkt från skadeläget bedöms brons tillstånd och hur det påverkar dess funktion. Även trafiksäkerheten utvärderas. Ett skadat räcke kan t ex ge restriktioner för framkomligheten på bron.

### Åtgärdsval

Idag utförs inspektionen ofta av konsulter medan Vägverkets egen personal lägger mer tid på att planera rätt åtgärd till rätt tidpunkt.

Budgetrestriktioner medför alltid att åtgärder på olika broar måste ställas mot varandra för att skapa en prioriterings- och lönsamhetsordning. Som underlag för detta används den planering som gjorts för de enskilda broarna.

### Upphandling

I SAFE-systemet finns stöd för upphandling av såväl underhåll som drift. Bland annat ges hjälp till att upprätta mängdförteckningar och tekniska beskrivningar för det arbete som ska utföras.

### Hjälpmiddel under beslutsprocessen

Broförvaltningssystemet innehåller även en "kunskapsdatabas" som ger stöd i beslutsprocessen.



ANDRA UTMANINGEN

Databasen innehåller uppgifter om å-priser, tekniska lösningar samt mätmetoder och tillståndsutvecklingsmodeller för bedömning av skador.

### Erfarenhetsåterföring och måluppföljning

I SAFE-systemet kan man se hur enskilda och kanske likartade skador utvecklas i olika delar av landet. Klimat, miljö och trafikbelastning har stor inverkan på skadeuppkomst och skadeutveckling. Information om skador kan bidra till förståelse och kunskap om skadans utveckling och därmed också till minskade underhållskostnader.

Genom att över tiden följa och jämföra olika faktorer kan man styra broförvaltningens totala kostnader och kontinuerligt öka säkerheten i planeringen för att alltid hitta den mest lönsamma åtgärden.

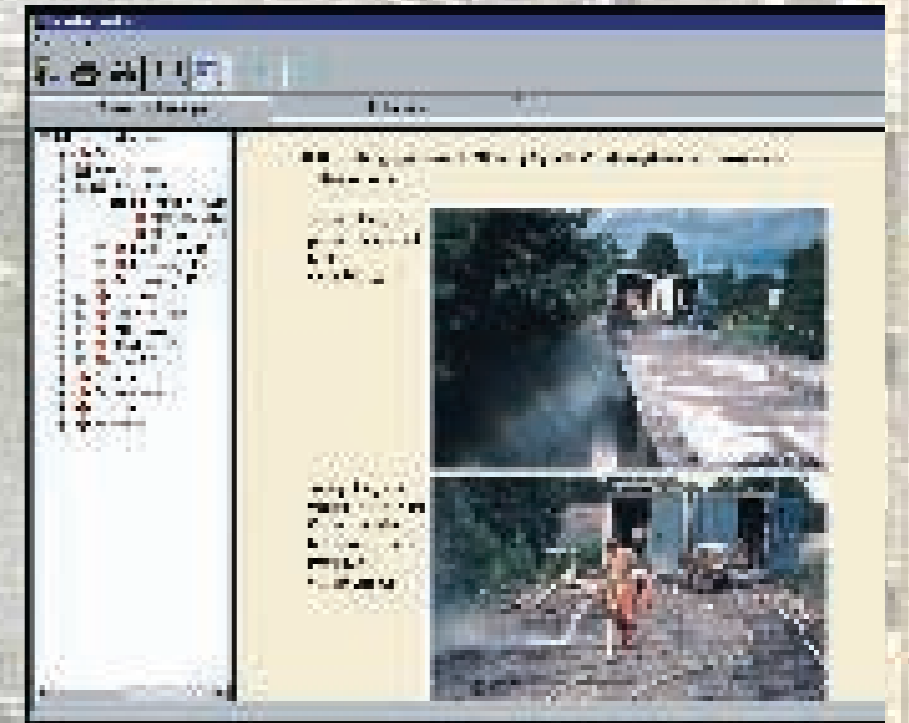
Erfarenheterna från förvaltningsskedet bidrar till en naturlig cyklisk process bland annat genom att de ligger till grund för justeringar av de tekniska beskrivningarna. Detta bidrar i sin tur till att skapa byggnadsverk som kommer att tjäna samhället på ett positivt sätt under lång tid.

Arbetet med att kartlägga och systematisera behov, åtgärder och resultat har pågått i flera år. Därför finns inom broområdet ett bra underlag när det gäller att skapa standard, mål och verktyg för måluppföljning.

Den senaste komponenten som utvecklats inom SAFE-systemet är ett verktyg för optimering på vägnätsnivå. Verktöget ger bl a svar på frågor om vilka anslag som behövs för att ett bestånd av broar på lång sikt ska kunna hållas "status que", och förvaltas till en så låg kostnad som möjligt för samhället.

Med detta optimeringsverktyg är SAFE-systemet nu en fullt skalbar modell, från hela brobeståndet ned till varje enskild bro.

BROAR OCH TUNNLAR INFÖR 2000-TALET



SAFE-systemets kunskapsdatabas ger exempel på olika tekniska lösningar.



SVENSKA RIKSBANKEN  
9380773



## Tunnlar

### Drift

En av de stora frågorna vid planering av en tunnel är hur drift och underhåll ska genomföras. Om man tänker på detta i ett tidigt skede kan driften och underhållet sedan genomföras till minsta möjliga kostnad. En tunnel har den stora fördelen att den ger en homogen miljö där man slipper t ex nederbörd på vägbanan. Fukt, stoft och avgaser ställer dock till stora problem. Dels angrips själva konstruktionen och bryts ned, dels förändras förutsättningarna inne i tunneln t ex när det gäller belysningen. De högtrafikerade tunnelarna stängs därför av för tvättning var tredje vecka. Det blir alltför besvärligt ur arbets- och säkerhetssynpunkt om man tvättar samtidigt som tunneln trafikeras.

För att kunna trafikeras säkert måste tunnlar vara belysta. Därför kontrolleras armatur, lampor och strömförsörjning regelbundet. Det finns också reservsystem om ordinarie belysning skulle slås ut. Utrymningsvägar, brandposter och annan säkerhetsutrustning inspekteras även de med jämna mellanrum.

### Förvaltning

De trafiksystem med stora tunnlar som byggdes runt tusenårsskiftet har visat på behovet av förvaltningssystem för tunnlar. SAFE-systemet används även för tunnlar, men det kan idag bara brukas för de bärande delarna och det är inte anpassat för installationerna. För förvaltningen av tunnelarna har det inte funnits något datoriserat hjälpmedel, men under de första åren på 2000-talet utvecklades ett sådant. Anpassningen av SAFE-systemet till bland annat tunnlar har beskrivits under rubriken "Broar" inom den andra utmaningen.

Konstruktionens tillstånd måste hela tiden bedömas och tunnelarna kontrolleras med täta intervaller. De bärande delarna och installationerna har mycket olika livslängder. De flesta bärande delar har en livslängd på drygt 100 år. Styr-system, datorer och annan elektronisk utrustning har livslängder på ca fem år

och måste bytas ut med jämna mellanrum. Dessa olika förutsättningar medför att det ställs stora krav på ett effektivt förvaltningssystem för att kunna hantera tunnelarna.



*Södra Länkens tunnlar förses med ljust innertak och ljusa körbanor för ökad säkerhet och komfort.*



## TREDJE UTMANINGEN

# 3 Utveckling

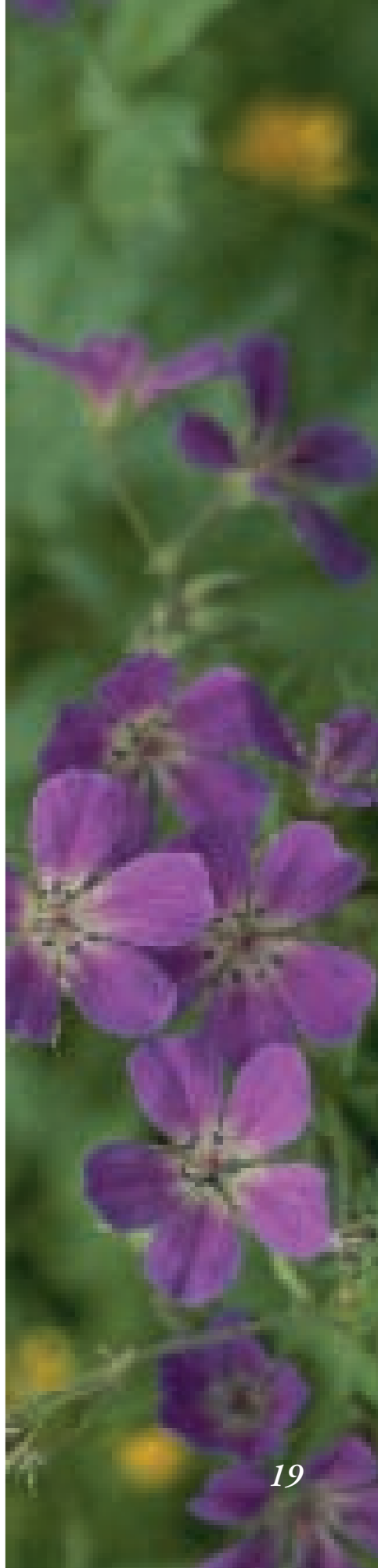
## med tanke på säkerhet, miljö och framkomlighet

Broar och tunnlar är en viktig del på det levande vägnätet. Samhällets utveckling ställer hela tiden nya krav och beståndet måste anpassas, förändras och förbättras, även estetiskt, för att vara en effektiv del av transportsystemet.

### Ökad trafiksäkerhet

En viktig faktor som påverkar tillkomsten av nya broar och tunnlar är Nollvisionen. Planskilda korsningar och tunnlar med trafik i separata köriktningar är exempel på viktiga lösningar för att öka säkerheten. Vägverket och Banverket har också byggt bort ett stort antal plankorsningar under det senaste decenniet. I Sveriges större städer har många broar byggts de senaste åren för att skapa säkrare trafikplatser.

Vägverket arbetar för att skapa en konsekvent och acceptabel säkerhetsnivå. Detta arbetet gäller givetvis hela vägnätet, inte bara broar och tunnlar. Den inriktningen kommer att fortsätta under 2000-talet.



## Bättre miljöhänsyn

Vägverket har av riksdagen fått uppgiften att verka för en god miljö; "Transportsystemets utformning och funktion ska anpassas till krav på en god och hälsosam livsmiljö för alla, där natur och kulturmiljö skyddas mot skador."

Problemen i t ex Hallandsåsen har ytterligare satt fokus på miljöarbetet i samband med anläggningsbyggandet, vilket bl a innebär följande:

1. Kraven på de metoder och material som kan användas ökar.
2. Utredningsarbetet inför nybyggen kommer att bli ännu mer noggrant och omfattande, där man tar mer hänsyn till t ex andra användningar av den mark som tas i anspråk.
3. Allt byggs så beständigt som möjligt, med långsiktig lönsamhet som mål. Det gäller såväl byggande som drift och underhåll. LCA- och LCC-analyser blir en del av vardagen.

Miljö och estetik går ofta hand i hand. Under 2000-talet kommer broar och tunnlar att byggas så att de medför mindre intrång i känsliga miljöer. Tidigare har broar och tunnlar framför allt byggts för att människor, fordon eller vatten ska kunna passera ett hinder. Men även djur, allt från älgar till grodor, kan behöva en planskild korsning.

## Ökad framkomlighet

Det dynamiska samhället kommer att ställa stora krav på anpassning av befintliga byggnadsverk men även flexibilitet för kommande broar och tunnlar. Samhällsutvecklingen kommer att gå mot större och tekniskt mer komplicerade trafiklösningar.

Två faktorer styr ofta framkomligheten på vägnätet: broarnas och tunnarnas utformning, dvs bredd och höjd, samt bärighet.

För befintliga broar kommer metoder för förbättrad funktionalitet att vara den stora utmaningen. Forskning bedrivs inom Vägverkets ramprojekt "Förbättring av befintliga broar" för att lösa denna problematik. Exempelvis kan förstärkningar för ökad bärighet i många fall göras genom att utanpåliggande kolfiberväv eller liknande limmas på konstruktionen. Vidare söks nya lösningar inom ramprojektet "Optimala nya byggnadsverk" för att ge framtida broar och tunnlar ökad flexibilitet.

Med väginformatik, IT i trafiken, kan tillgängligheten till vägarna öka, säkerheten för trafikanterna höjas och belastningen på miljön minskas. Genom IT-buren information kan trafikstyrning, trafikinformation, vägvisning samt förarstöd förbättras.

*Väster om Borås, på riksväg 40, finns en fältprovplats som bekostats av Vägverket. Där undersöks trafikmiljöns påverkan på olika byggnads-material. Bland annat utvärderas olika betongers motståndskraft mot vägsaltet.*



foto: Peter Utgenannt, SP

I högttrafikerade områden har installation av trafikstyrningssystem påbörjats för att ge bättre trafikrytm, trafiksäkerhet och vägutnyttjande. Systemet består av sensorer i vägbanan och kameror i tunnlar. Dessa är kopplade till en vägrafikcentral varifrån det finns möjligheter att styra trafiken med körfältssignaler och omställbara vägvisningsskyltar.

## Forskning och utveckling – FoU

FoU är ett hjälpmedel när det gäller att öka kunskapen om att bygga och förvalta broar och tunnlar som är underhållsvänliga och flexibla. Vägverket har pekat ut ett antal ramprojekt i sin plan för FoU de kommande åren inom planområde Bro respektive Tunnel. Ramprojekten definierar prioriterade frågeställningar och problemområden. Bland annat berörs miljökrav på material och utförande, trafiksäkerhet, anpassning till kommande trafikantkrav, förvaltningssystem, kulturhistoria, tekniska beskrivningssystem, upphandling, tillstånd och trafiklast.

På Vägverkets hemsida, [www.vv.se](http://www.vv.se), under rubriken FoU finns mera information om FoU-planen.

Vägverket följer och deltar också i nationell och internationell FoU.

Forskningen på högskolor, institutioner och företag etc bidrar till ständiga förbättringar när det gäller material, beständighet och kvaliteten på tillståndsbedömningen m m.

Som exempel kan nämnas att den forskning om luftkvalitet i tunnlar som bedrivs på Universitet i Umeå och på Karolinska Institutet i Stockholm är världsledande. Bland annat hämtar den internationella vägföreningen PIARC mycket information om denna fråga från dessa institutioner.

## Europeiska standarder

Genom Sveriges samarbete med andra EU-länder har alltför många standarder för bl a produkter tagits fram. Vägverket deltar aktivt i detta arbete, dels genom att vara med i utarbetandet, dels genom att införa de standarder som fastställts. Arbetet kommer att fortsätta under början av 2000-talet.

I takt med att gemensamma och harmoniserade standarder blir mer kompletta, ökar också deras betydelse. Det får till följd att alla som bygger och förvaltar broar och tunnlar i Europa så småningom har samma regelverk, vilket givetvis kommer att förenkla och förbilliga upphandlingar.

## Broar

### Trafiksäkerhet

Jämför man olycksfallsstatistik, så är olyckorna på och under en bro fler än för en lika lång vägsträcka på en annan jämförbar del av vägnätet. Antalet personskador per mil bro och år är nästan fem gånger så stort som på vägen i övrigt. Den ökade risken vid passage av en bro beror bland annat på att det ofta är halare på broarna än på omgivande vägar och att bropelare är hinder vid en eventuell avåkning. Numera placeras pelare så långt ifrån vägen att man kan bortse ifrån dem vid en avåkning. Vidare har broräcket utvecklats så att en påkörande bil åter förs in på vägen på ett säkert sätt.

Ett drygt hundratal äldre broar med en för trafiken begränsad fri höjd, mindre än 4,5 meter, utgör en risk för påkörning. För att eliminera denna risk bygger vi idag broar med större fri höjd.

Problemen med påsegling gäller för broar över farleder och därför strävar man efter att ha så långt mellan brostöden som möjligt. Öresundsbros

längsta spann har t ex förlängts från ursprungliga tänkta 260 meter till drygt 490 meter för att förhindra påsegling.

### Framkomlighet

Mycket arbete har under åren lagts ner på att bestämma bärigheten på broarna. De tunga fordorens bruttovikt har sedan 1940-talet ökat från ca 15 ton till 60 ton.

Dagens trafikförordning tillåter, i den högsta bärighetsklassen (BK1), en axellast på 12 ton och en boggilast (minst 1,3 meter mellan axlarna) på 18 ton samt en bruttovikt på upp till 60 ton.

Sverige tillåter att fordonslängden är 24 meter medan större delen av övriga Europa endast godtar 18 meter långa fordon. De nya EU-gemensamma reglerna tillåter fordon med hög bruttovikt i förhållande till sin utsträckning. Fordonen är således kompakta. Detta förhållande har medfört att Sverige kunnat godta bruttovikter på upp till 60 ton för våra längre fordon.

Den satsning på bärighetshöjande åtgärder som beslutades av riksdagen 1987 har varit en framgångsrik insats, som väsentligen förbättrat bärigheten för det statliga brobeståndet. Sedan 1987 har andelen av beståndet som klarar en bärighet av minst BK1 ökat från 80 till 93 procent.

### Estetik

Under 1980-talet började man ta mer och mer hänsyn till estetik. För större broar genomförs sedan dess formgivningstävlingar, t ex för Svinesundsbron. Men även mindre broar utformas mer tilltalande genom mjukare former, färger, mönster etc.

Det estetiska tänkandet utvecklas fortlopande under 2000-talet, nu med hjälp av datorsimuleringar som gör det möjligt att se hur bron harmonierar med omgivningen. Så gjordes t ex för den nya Uddevallabron.

## Utvecklingen av brobeståndets bärighet 1988 till 2000.

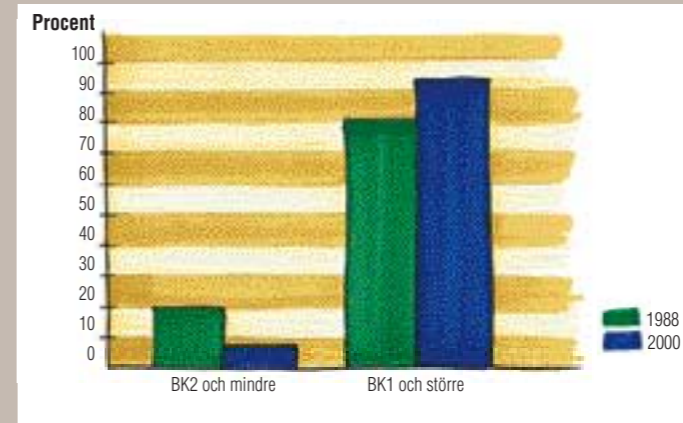




foto: Mikael Ullén

Här pågår arbete med injektering av en bergtunnel i Södra Länken.

## Tunnlar

### Nya tunnlar i Göteborg

Med Götatunneln får staden kontakt med vattnet igen. Tidigare har Götaleden legat som en barriär. Nu kommer trafiken att gå under den gamla stadskärnan mellan Järntorget och Lilla Bommen. Där vägen går idag skapas en spännande miljö med en strandpromenad längs älvkanten. Här kommer det att finnas bostäder och kulturella center där det tidigare passerade 65 000 fordon per dygn. Göta-tunneln, som tas i trafik år 2005, innebär stora förbättringar för trafiksäkerhet, miljö och framkomlighet.

### Nya trafikleder i Stockholm

Södra Länken blir Sveriges längsta tunnel, med en längd på 3,8 km. Den är en mycket komplex trafikaneläggning som innehåller flera trafikplatser under jord. Tunneln är en del av trafiklösningen i Stockholm och ska vara klar år 2004. Omfattande utredningar har gjorts för att visa de effekter som tunnelkonstruktionen har på trafikanterna. Man har t ex byggt upp en fullskalig modell. Det har bland annat resulterat i att man, som första tunnel i världen, valt att ha en ljus färg i taket på tunneln.

### Trafiksäkerhet

Statistiskt sett är det säkrare att åka i en tunnel än på vanlig väg. Tunnelns väggar är släta och trafiken går oftast separerad i en färdriktning. Det, och det faktum att vägbanan kan hållas torr, gör en tunnel till en säker trafikmiljö. Ett bra exempel på detta är att det inte har inträffat några större olyckor i svenska tunnlar.

Mot bakgrunden av de svåra olyckorna i Europa i slutet av 1990-talet pågår omfattande forsknings- och utvecklingsarbete för att hitta den optimala säkerheten för tunnlar. Eftersom konsekvenserna av en olycka i en tunnel kan bli förödande är konsekvensstudier lika viktiga som själva olycksorsaken. Risker, som är en sammanvägning av sannolikheten och konsekvensen, undersöks i internationell samverkan, eftersom kunskapsunderlaget i Sverige generellt är för litet och tunnelvetenskapen är relativt ung. Utformning, säkerhetsutrustning, utrymningsvägar, anpassning för funktionshindrade är några av de områden som man fokuserar forskningen kring. Dessutom måste omgivande trafiksystem utformas så att man undviker köer inne i tunneln.

Riskanalys görs för varje tunnel men absolut risknivå är svår att fastställa. Typ av transporter genom tunneln samt utrymningsvägar och insatsvägar för räddningstjänsten är viktiga element i riskbedömningarna. Målet är att det i svenska tunnlar ska gå att transportera allt farligt gods,

men en riskanalys får avgöra detta i varje enskilt fall.

### Framkomlighet

Med vägtrafik belägen i tunnlar under mark ges förutsättningar för ett flexibelt val av sträckningar utan intrång i landskapet. Tunnlar kan genom att de är förlagda under mark skona existerande byggnader, grönområden samt riksintressen och lokala skyddsvärda miljöer, samtidigt som man kan möta kraven på framkomlighet för trafikanten. De största olägenheterna i området kring vägen såsom barriäreffekter, buller, avgaser, vibrationer och olycksrisker kan minskas avsevärt till förmån för en god stads- och boendemiljö. För den lokala miljön kan de totala utsläppen från trafiken minska tack vare ett jämnare trafikflöde.

### Luft och belysning

Luftkvaliteten i tunneln står i fokus när det gäller miljön. Tidigare riktades uppmärksamheten mot koloxid. Dagens avgasrening gör dock att koloxidhotet har blivit mycket mindre. Istället studeras nu andra substanser som t ex kväveoxider. Dessutom kan höga stofthalter vara besvärliga för trafikanter som är överkänsliga.

Det farligaste momentet är när man åker in i tunneln. Tunnelöppningen utgör hinder vid en eventuell avkänning och vid infarten är det ofta en relativt komplicerad trafikmiljö med intensiv trafik. En solig dag är dessutom ljuskontrasten mellan tunneln och området utanför tunneln mycket stor.

Belysningen måste av denna anledning vara mycket stark på dagen, men kan minskas på natten. Den starka infartsbelysningen kan minskas längre in i tunneln eftersom ögonen då har hunnit anpassa sig till den lägre ljusnivån i tunneln. Långa sträckor i tunnlar kan upplevas som monotona, vilket delvis kan avhjälpas genom att man ändrar belysningen. I Lundbytunneln har man av den anledningen kompletterat med lokala punktbelysningar.

Trafikutrymmets design har också en stor betydelse för att skapa en positiv och säker körning.

### Regler och normer

Tekniska beskrivningar för broar har funnits länge medan reglerna för tunnlar inte har varit lika tydliga. Den första kompletta tekniska beskrivningen kom 1995. Vägverkets regler för tunnlar följer de standarder som tas fram gemensamt inom Europa. Även erfarenheter från Norge och den internationella vägföreningen PIARC har gett mycket viktiga bidrag till de tekniska kravspecifikationerna som Vägverket idag använder.

# ordlista

<b>Brist på kapitalvärde</b>	Beskriver värdet av förekommande skador i förhållande till återanskaffningsvärdet i promille.
<b>Bro</b>	En konstruktion räknas som en bro om den teoretiska spännvidden i största spannet är 2 meter eller större.
<b>Byggnadsverk</b>	En bro, tunnel, stödmur, båtbygga, färjeläge eller påldäck är ett byggnadsverk.
<b>Bärighetsklassning</b>	Syftet med klassningen är att åsätta broarna en tillåten trafikbelastning. Denna uttrycks som tillåtet axel- och boggitryck (A/B ton). Den tillåtna trafikbelastningen används som underlag för beslut om upplåtandet av vägnätet, tillstånd för dispenstransporter m m.
<b>Drift</b>	Åtgärder för att hålla vägförbindelsen tillgänglig och säker för trafik (t ex snöröjning och halkbekämpning).
<b>Förbättring</b>	Åtgärder för att förbättra vägförbindelsens funktion.
<b>Förvaltning</b>	Förvaltning omfattar drift, underhåll och förbättring. Hit räknas alla kostnader efter att en bro eller en tunnel har tagits i trafik, även om hela byggnadsverket byts ut.
<b>Huvudvägnätet</b>	Vägar med vägnummer upp till 500.
<b>LCC</b>	Livscykelkostnadsanalys, används för att göra en ekonomisk analys av ett byggnadsverk där samtliga kostnader och intäkter över livslängden beaktas.
<b>LCA</b>	Livscykelanalys, används för att analysera och värdera miljöbelastningen för alternativa åtgärder och utformningar av ett byggnadsverk. Hela kedjan, från tillverkning till rivning och deponering beaktas i analysen.
<b>Nybyggnad</b>	Skapa förbindelsen initialt (vägen, bron, etc byggs).
<b>PIARC</b>	En världsomspännande förening som hanterar frågor kring policy, byggande och förvaltning av vägar.
<b>Tekniska beskrivningar</b>	Regelverket för upphandling av broar och tunnlar. Uppdateras fortlöpande efter t ex nya forskningsrön eller tvingande regler och standarder.
<b>Tunnel</b>	När en vägtunnel i stål eller betong är mer än hundra meter, räknas den som tunnel. En vägtunnel i berg är alltid tunnel oberoende av längd.
<b>Underhåll</b>	Åtgärder, som t ex reparationer, för att vidmakthålla vägförbindelsens funktion. Åtgärderna kan vara förebyggande eller avhjälpanande.
<b>Återanskaffningsvärde</b>	Den kostnad som krävs om en bro eller tunnel måste byggas upp igen på samma plats med samma geometri. Används normalt för att ange värdet på ett bestånd av byggnadsverk.



**Vägverket**

781 87 Borlänge

tel 0243-750 00, fax 0243-758 25, texttel 0243-750 90

e-post: [vagverket@vv.se](mailto:vagverket@vv.se), internet: [www.vv.se](http://www.vv.se)