

Väg 35 Åtvidaberg-Linköping

Delen Vårdsbergs kors - Hackefors

Linköpings kommun, Östergötlands län

PM Byggnadsverk, 2017-11-01



Trafikverket

Postadress: Box 1140 631 80 Eskilstuna

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: PM Byggnadsverk

Skapat av: Filip Fornlöf

Dokumentdatum: 2017-11-01

Ärendenummer: TRV 2011/49431

Projektnummer: 106909

Version: 1.0

Kontaktperson: Lisa Herland

Innehållsförteckning

1.1	Sammanfattning	3
1.2	Lista byggnadsverk	4
1.3	Kravanalys.....	5
1.4	Konsekvensanalys	7
1.5	LCC-analys byggnadsverk.....	8

Bilaga 1. LCC-beräkningar

1.1 Sammanfattning

Dessa krav på byggnadsverken ska tas med till nästa fas. Några ställföreträdande krav finns inte i detta skede.

Bro över GC-väg, 47/900

1. Öppen lösning med genomgående slänter
2. Möjlighet att rida och att mindre vilt att passera
3. Fri höjd 3.1 m
4. Fri bredd 3.5 m
5. Teknisk lösning som försvårar drift och underhåll får ej förekomma
6. Total brobredd 15.75 m, 2 körfält + 1 cykelfält
7. Gc-väg under bro ska belysas
8. Pumpstation

1.2 Lista byggnadsverk

Arbetena omfattar broarbete på bro: Nr:	Sektion	Namn:
Ej fastställt	47/900	Bro över GC-väg

1.3 Kravanalys

Många krav är styrda av regelverk, trafikanter eller naturliga förutsättningar. Det kan till exempel gälla fri brobredd, fri höjd, fri öppning, krav på våt area eller typ av belastning. Andra krav som avgör hur väl den valda lösningen kommer att fungera vid byggande, drift och slutligen rivning. Exempel på denna typ av krav gäller arbetsmiljö, byggtid, påverkan miljö och gestaltning. Byggnadsverk ska uppfylla krav enligt Krav Brobyggande (TDOK 2016:0204) beträffande utformning och dimensionering.

I detta kapitel definieras de krav som ställs på byggnadsverken.

I tabell nedan analyseras krav per område/bro.

Bro över GC-väg, 47/900

Område	Krav
--------	------

Gestaltning	En öppen lösning ska gälla då passagen ska nyttjas till stor del av yngre personer, den måste då ge en trygghets känsla. Bredden på 15.75 m gör att en trång passage kan upplevas otrygg. Bron i sig själv har inga gestaltungs krav.
-------------	---

Utformning	Bro ska utformas med minst 80 års livslängd vid rörbro, och 120 år vid betong alternativ. Rörbroalternativ ger mer sällan en störning på trafik och ger också positiva miljöeffekter.
------------	---

Bron ska utformas för GC-trafik, möjlighet att rida och mindre vilt att passera. Den fria höjden ska möjliggöra passage för ryttare, med en minsta fri höjd på 3.1 m.

Tekniska lösningar som försvårar framtida drift och underhåll av anläggningen ska inte utföras. Krav från kommunens driftsida.

Bron ska utföras med total brobredd 15.75 m och med mittseparering. Fastslagen typsektion i projektet.

Bron ska i detta läge utföras med 2 körfält + gc väg.

Fri höjd ska vara minst 3.1 och 3.5 m bredd i brons längdriktning. Krav från TRV.

Bron ska på undersidan belysas. Uttalat krav i projektet, ger en ökad trygghets känsla för trafikanterna.

Bärförmåga	Bron ska dimensioneras för trafiklast enligt Krav Brobyggande (TDOK 2016:0204). Årsmedeldygnstrafiken (ÅDT) har vid mätningar 2010 uppmätts till mellan ca 6000 - 6900 fordon.
------------	--

Miljö	Bron får inte påverka miljön varken i bygg- eller driftskedet.	
Arbetsmiljö	Bron byggs inte på en trafikerad väg, utan byggs på en ny sträcka, vilket ger bra arbetsmiljö. Betongalternativen (platttram samt plattbro) ger större arbetsmiljörisker än rörbroalterivet. Uppföring av formställningar, formsättning, armering samt gjutning har större risker inblandade än vid arbete med rörbro. Största risken med rörbroar är inlyftning av rörbron.	
Produktion	Byggtiden varierar beroende på val av brotyp. Nedan redovisas uppskattade byggtider för olika tänkbara brotyper.	
	Platsgjuten betongbro: (Plattbro alt Platttram)	3.5-4.5
	månader	
	Rörbro: 1.0	månad
Ekonomi	I detta avsnitt skiljer vi på den totala byggkostnaden för hela projektet och kostnaden för enbart bron. Det är investeringskostnaden för enbart bron som redovisas.	
	Tot. byggkostnad platttram:	ca 4.3 – 5.0 mkr
	Tot. byggkostnad plattbro:	ca 4.7 – 5.5 mkr
	Tot. byggkostnad rörbro:	ca 1.5 – 1.8 mkr

1.4 Konsekvensanalys

Bro över GC-väg vid km 47/900			
	Plattram	Plattbro	Rörbro
Gestaltning	Lämplig lösning för att uppfylla kravet med fri höjd och spännvidd samt ge en öppen lösning.	Lämplig med genomgående slänter, ger en öppen lösning.	Ger en onödigt stor spännvidd för att uppfylla kravet på öppen lösning. Dessutom en profil sänkning av korsande väg.
Utformning	Ramkonstruktion.	Platta på skivstöd/pelare. Genomgående slänter.	Plåtrör/Valvbåge i plåt.
Bärförmåga	Endast trafiklast för väg	Endast trafiklast för väg	Endast trafiklast för väg
Miljö	Ringa miljöpåverkan	Ringa miljöpåverkan	Ringa miljöpåverkan
Arbetsmiljö	Platsgjutning är en arbetsmiljörisk. Formställning och tung armering är risker vid betongarbeten.	Platsgjutning är en arbetsmiljörisk. Formställning och tung armering är risker vid betongarbeten.	Tungt lyft när bron ska in är riskfyllt moment. Ger en förhållande vis kort produktions tid.
Produktion	Blir platsgjuten på ca 3.5-4.5 månad i befintligt vägsträckning	Blir platsgjuten på ca 3.5-4.5 månad i befintligt vägsträckning	Schakt i befintligt läge, men del montage på fabrik. Lyftes på plats.
Ekonomi	Bedömd Investeringskostnad: 4.3 – 5.0 mkr. I övrigt kap 5	Bedömd investeringskostnad: 4.7 – 5.5 mkr. I övrigt kap 5	Bedömd investeringskostnad: 1.5 – 1.8 mkr. I övrigt kap 5

1.5 LCC-analys byggnadsverk

LCC-analyser ska utföras för alternativa lösningar så att mervärden kan bestämmas för alternativ med till exempel låg underhållskostnad eller god gestaltning.

Broväggen har analyserats med 1-3 olika brotyper som utgångspunkt en plattbro, plattram och en rörbro. Anledningen till valet är att dessa bedöms vara de mest troliga alternativen.

LCC kostnaden för alternativen har beräknats för de tre olika alternativen. I detta tidiga skede har vi valt att beräkna underhållskostnaden som en procentsats av bronns taxeringsvärde. I verkligheten kommer underhållsinsatserna variera cykliskt årsvis. Erfarenheten har dock visat att det ej påverkar LCC kostnaden i större grad även om man lägger ut underhållskostnaden jämt fördelad under hela bronns livslängd.

För att kunna jämföra objekt utan direkta intäkter och/eller med olika livslängder, kan det vara lämpligt att istället jämföra annuitetskostnaden. Annuitetskostnaden (EAC) är den genomsnittliga årskostnaden för att äga en tillgång under dess totala livscykel. EAC kostnaden redovisas i tabell nedan.

Bro över GC-väg 47/900

Brotyp	LCC-Kostnad	EAC-Kostnad
Plattram	5268 kkr	213 kkr
Plattbro	6325 kkr	255 kkr
Rörbro	176 kkr	74 kkr

Detaljerade beräkningar finns att tillgå i bilaga 1.



TRAFIKVERKET

Trafikverket, 631 80 Eskilstuna. Besöksadress: Tullgatan 8.
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

www.trafikverket.se

Bro över GC-väg - Plattbro

Uppdragsnr: 724581

LCC ANALYS BRO

Bronamn: Bro över GC-väg med fri höjd 3,1 m
Brotyp: Plattbro betong
Val av storlek: Bro längden blir 11 m då de invändiga slänterna får en flack lutning. En brant lutning ger fördyring av stensatta slänter som har höga kostnader.

Beräkning av Livscykelkostnaden LCC

Beräknad broarea (m²): Bro längd: $BL := 11$
Bro bredd: $BB := 15.75$ $B_{area} := BL \cdot BB = 173.25$

$$BB := 15.75$$

Kvadratmeterpris för byggande (kr): $Kvm_{pris} := 32000$

$$Taxeringsvärde := B_{area} \cdot 25000$$

$$Taxeringsvärde = 4331250$$

Årlig underhållskostnad (Uh) = 0,5% av taxeringsvärdet. $Uh := Taxeringsvärde \cdot 0.005$ $Uh = 21656$

Bro över GC-väg - Plattbro
Uppdragsnr: 724581

Investeringskostnad (kr): $Inv := B_{area} \cdot K_{vm_pris} = 5544000$



Förklaring till kostnader:

- Investeringskostnad 5544 kkr och rivningskostnad 500 kkr för bron efter 120 år
- Övrigt behov av drift och underhåll är 24500 kr/år i snitt
- Byte av beläggning och tätskikt var 30:e år
- Utbyte av kantbalk inklusive räcke efter 50 år

5 544 000	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500
24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500
24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500
24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500
24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500
24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500
24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500
24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500
24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500
24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500
24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500
24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500	24 500
24 500	24 500	650 000	24 500	900 000	650 000	24 500	24 500	650 000	900 000	24 500	500 000



Teknisk livslängd: $L := 120$

Kalkylränta: $r := 0.04$

LCC-värdet bestäms enligt formeln:

n= avsett år

B_n = Summan av alla kostnader år "n"

r = kalkylräntan

L = Livslängden

$$LCC := \sum_{n=1}^{L-1} \frac{B_n}{(1+r)^n}$$

Aktuell livscykelkostnad (kr) : $LCC = 6325130$

Beräkning av annuitetskostnaden EAC (Den genomsnittliga årskostnaden för att äga en tillgång unders dess totala livscykel)

Annuitetsfaktor (F_a) bestäms enligt formeln: $F_a := \frac{r}{1 - (1+r)^{-L}}$

Annuitetskostnaden (A) bestäms enligt formeln: $A := LCC \cdot F_a$

Aktuell annuitetskostnad (kr) : $A = 255312$

Bro över GC-väg - Plattram

Uppdragsnr: 724581

LCC ANALYS BRO

Bronamn: Bro över GC-väg med fri höjd 3,1 m

Brotyp: Plattram betong

Val av brolängd: Brolängden är itererad fram för att vingmurar som inte är för långa och således byggbara. Faktorer är då fri GC-bre yta för avvtattning, höjd mellan ÖK GC-väg och ÖK väg, flack släntlutning, och vingar som är rimlig längd så de är byggbara.

Beräkning av Livscykelkostnaden LCC



Beräknad broarea (m²): Brolängd: $L := 10$

Brobredd: $B := 15.75$

$$B_{area} := L \cdot B = 157.50$$

Kvadratmeterpris för byggande (kr): $Kvm_{pris} := 32000$

$$Taxeringsvärde := B_{area} \cdot 25000$$

$$Taxeringsvärde = 3937500$$

Årlig underhållskostnad (Uh) = 0,5% av taxeringsvärdet.

$$Uh := Taxeringsvärde \cdot 0.005$$

$$Uh = 19688$$

Investeringskostnad (kr): $Inv := B_{area} \cdot Kvm_{pris} = 5040000$



Förklaring till kostnader:

- Investeringskostnad 5040 kkr och rivningskostnad 300 kkr för bron efter 120 år
- Övrigt behov av drift och underhåll är 10850 kr/år i snitt
- Byte av beläggning och tätskikt var 30:e år
- Utbyte av kantbalk inklusive räcke efter 50 år

ÅR											
1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120
5 040 000	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850
10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850
10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850
10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850
10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850
10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850
10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850
10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850
10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850	10 850
10 850	10 850	300 000	10 850	250 000	300 000	10 850	10 850	300 000	250 000	10 850	300 000



Teknisk livslängd: $L := 120$

Kalkylränta: $r := 0.04$

LCC-värdet bestäms enligt formeln:

n= avsett år

B_n= Summan av alla kostnader år "n"

r = kalkylräntan

L = Livslängden

$$LCC := \sum_{n=1}^{L-1} \frac{B_n}{(1+r)^n}$$

Aktuell livscykelkostnad (kr) :

$$LCC = 5267920$$

Bro över GC-väg - Plattram

Uppdragsnr: 724581

Beräkning av annuitetskostnaden EAC (Den genomsnittliga årskostnaden för att äga en tillgång under dess totala livscykel)

Annuitetsfaktor (F_a) bestäms enligt formeln:
$$F_a := \frac{r}{1 - (1 + r)^{-L}}$$

Annuitetskostnaden (A) bestäms enligt formeln:
$$A := LCC \cdot F_a$$

Aktuell annuitetskostnad (kr) : A = 212638

Bro över GC-väg - Rörbro

Uppdragsnr: 724581

LCC ANALYS BRO

Bronamn: Bro över GC-väg med fri höjd 3,1 m
 Brotyp: Rörbro, spännvidd 4,78 m, vägbredd 16,75 m, rörtyp VR9 (lågbyggd)

Beräkning av Livscykelkostnaden LCC



Förklaring till kostnader:

- Investeringskostnad 1800 kkr,
- Driftskostnad 6,5 kkr vart 5e år (Räcken, vegetationsröjning etc.)
- Utbyte efter 80 år

ÅR											
1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120
1 800 000 kr								2 117 600 kr			
6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr
6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr	6 500 kr



Teknisk livslängd: $L_w := 80$

Kalkylränta: $r := 0.04$

LCC-värdet bestäms enligt formeln:

$n =$ avsett år

$B_n =$ Summan av alla kostnader år "n"

$r =$ kalkylräntan

$L =$ Livslängden

$$LCC := \sum_{n=1}^{L-1} \frac{B_n}{(1+r)^n}$$

Aktuell livscykelkostnad (kr): $LCC = 1759188$

Beräkning av annuitetskostnaden EAC (Den genomsnittliga årskostnaden för att äga en tillgång unders dess totala livscykel)

Annuitetsfaktor (F_a) bestäms enligt formeln: $F_a := \frac{r}{1 - (1+r)^{-L}}$

Annuitetskostnaden (A) bestäms enligt formeln: $A_w := LCC \cdot F_a$

Aktuell annuitetskostnad (kr): $A = 73559$