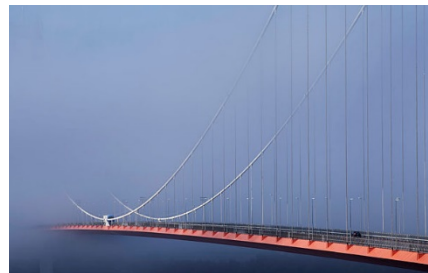


**Vattenflöden och  
vattennivåer-  
Utformning enligt  
Krav Brobyggande**



**TRAFIKVERKET**

**Karl-Magnus Krona,  
IVtas**





## Innehåll:

1 Allmänt

2 Krav på vattennivå vid tillfälliga dimensioneringssituationer

3 Krav på nivå för underkant överbyggnad

4 Krav på fri öppning

5 Krav vid dimensionering av erosionsskydd

6 Krav vid dimensionering av avvattningsystem

# 1 Allmänt

## Vattennivåer styr:

- **Utformning av tillfälliga konstruktioner (tex. tätplattor)**
- Nivå för lager
- **Nivå för underkant överbyggnad**
- **Fri öppning**
- Angreppshöjd för is-, anläggnings- och påseglingslast
- Last på konstruktioner utsatta för vattentryck



## Vattenflöden styr:

- **Utformning av erosionsskydd**
- Dimensionering för strömtryck
- **Utformning av avvattningssystem**

## Viktiga regelverk som hänvisas till i KB: (KB uppdateras våren 2020)

- Trafikverkets tekniska krav för avvattning – TK Avvattning \*
- Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner TK Geo 13 \*
- Krav för Vägar och gators utformning

\*) Uppdaterade regelverk är på gång under 2020



## B.1.1.1 Dimensionerande vattenföring och vattennivå

Förväntade klimatförändringar under bronns avsedda tekniska livslängd ska beaktas.

Vid bestämning av vattennivåer uppströms ska dämning orsakad av konstruktionen beaktas.

En bro med en sammanlagd fri öppning 15 m eller större ska utformas för  $HHW_{100}$  och  $HHQ_{100}$ . Övriga broar ska utformas för  $HHW_{50}$  och  $HHQ_{50}$ . Alla broar ska utformas för  $LLW_{50}$ .

Återkomst tid 50 respektive 100 år

I vår uppdateras KB då anges:

- Byggherren anger vattennivåer och flöden
- Byggherren anger acceptabel påverkan på strömning
- Byggherren anger hur förväntad klimatförändring ska beaktas

Klimatförändringar: (från remissversionen av regelverk för Avvattning)

- Vattendrag (flöden och nivåer) -median för klimatscenario RCP4,5.
- Hav (nivå) -median för klimatscenario RCP8.5.



## Krav Avvattning (remissutgåva):

- **Konsekvensutredning** ska göras för **trafikpåverkan** eller skada eller risk för olycka vid brons ände vid höga vattennivåer eller flöden vid händelse med lägst 200 års återkomst tid.
- 200-år gäller även för tunnlar mm

Exempel på vad som kan påverka dimensionerande vattennivå:  
(Trågkonstruktion med stor betydelse för transportsystemet vid hav)

|   |
|---|
| Högsta högvatten med 200-års återkomsttid (nuläge).                             |
| Bedömd vinduppstuvning (lokal anpassning).                                      |
| 'Värsta tänkbara' scenario motsvarande två efterföljande överlagrande stormar.  |
| Säkerhetsmarginal samhällsbyggnad.  |
| Global havsnivåhöjning enligt FN:s klimatpanel (scenario RCP 8.5) till år 2100. |
| Landhöjningen i Varberg under tunnelns funktionstid - 0,2 cm/år                 |
| <b>Skyddsnivå för driftsskede år 2024 - 2100</b>                                |
| Havsnivåhöjning år 2100 – 2150 (hög osäkerhet)                                  |
| Säkerhetsmarginal   |
| Landhöjning år 2100 - 2150  |
| <b>Skyddsnivå för driftsskede efter år 2150</b>                                 |

## Vad händer om ett dimensionerande flöde/nivå överskrids?



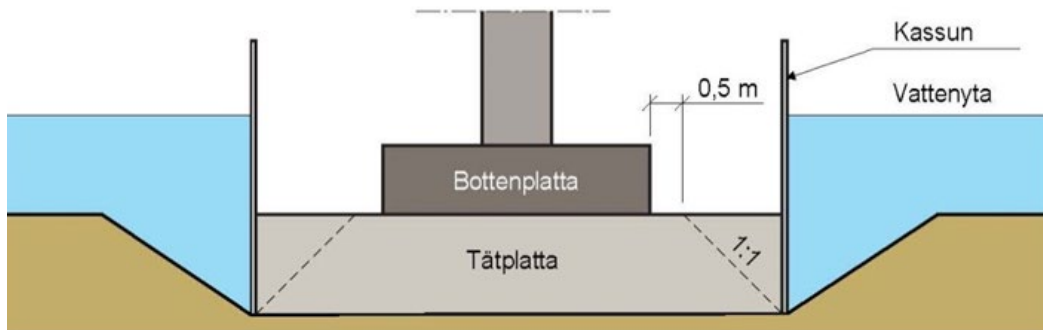
SMHI: 60 års mätserie, ett värde nästan HHQ100

- Sannolikheten att ett flöde med 50-års återkomsttid inträffar under 50 år är 63% , broar har oftast minst 80 års livslängd, risk för kollaps?
- Konsekvenser av ett flöde som är större dimensionerande flöde får inte vara alltför allvarliga –kan leda till skärpta krav

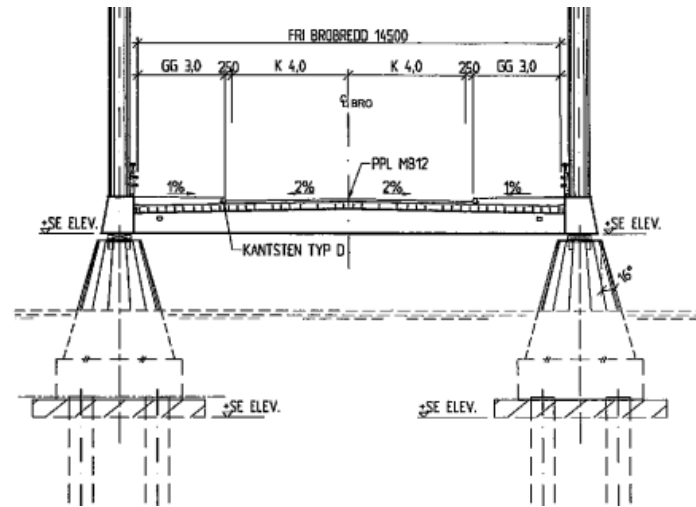
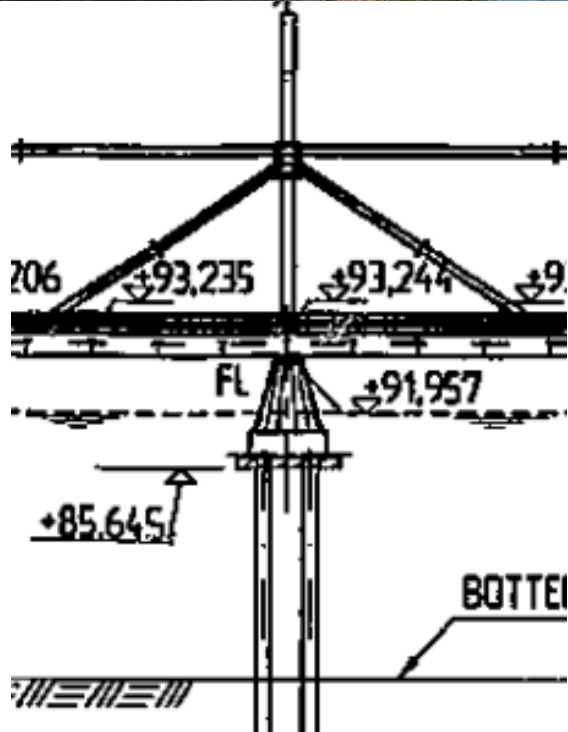
## 2 Krav på vattennivå vid tillfälliga konstruktioner

Vattentryck under byggskedet ska beaktas enligt B.3.1.3. Vid dimensionering av t.ex. tätplattor mot upplyftning under byggskedet ska dock en nivå minst lika med MHW antas motsvara  $G_{k,sup}$ .

- Vattentryck betraktas som en permanent last med ett högt och ett lågt värde

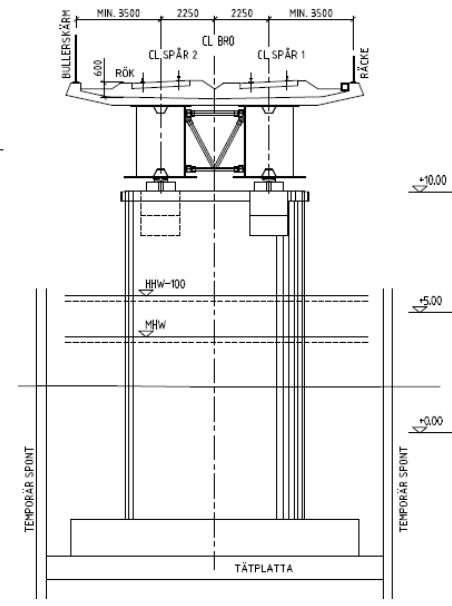
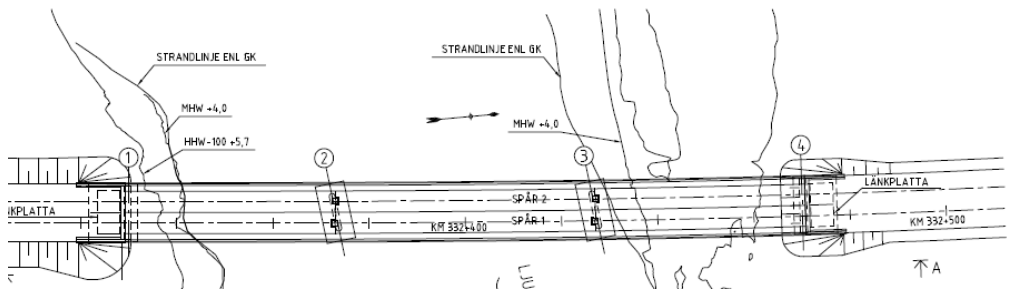
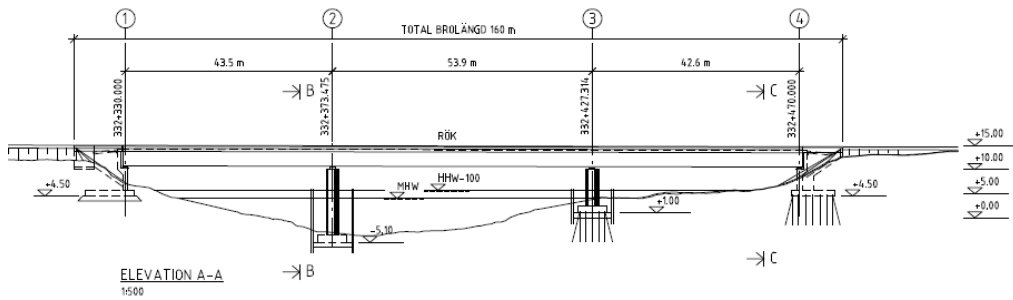


# Tätplattor vid stort vattendjup – svävande grundläggning:



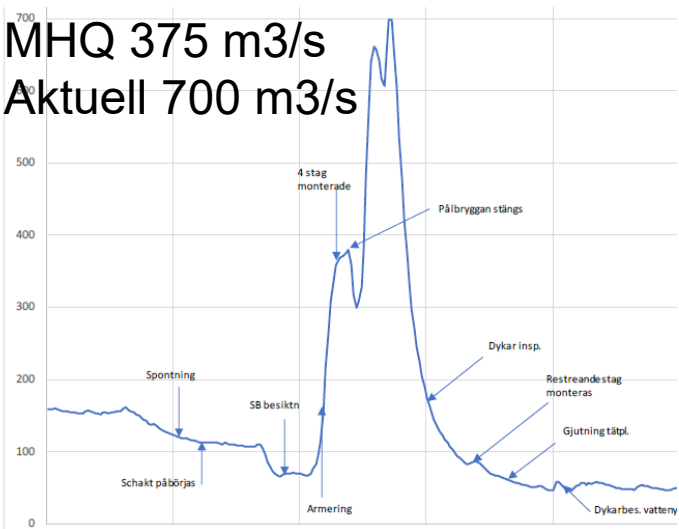


# Exempel på utformning och utförande av tätplatta





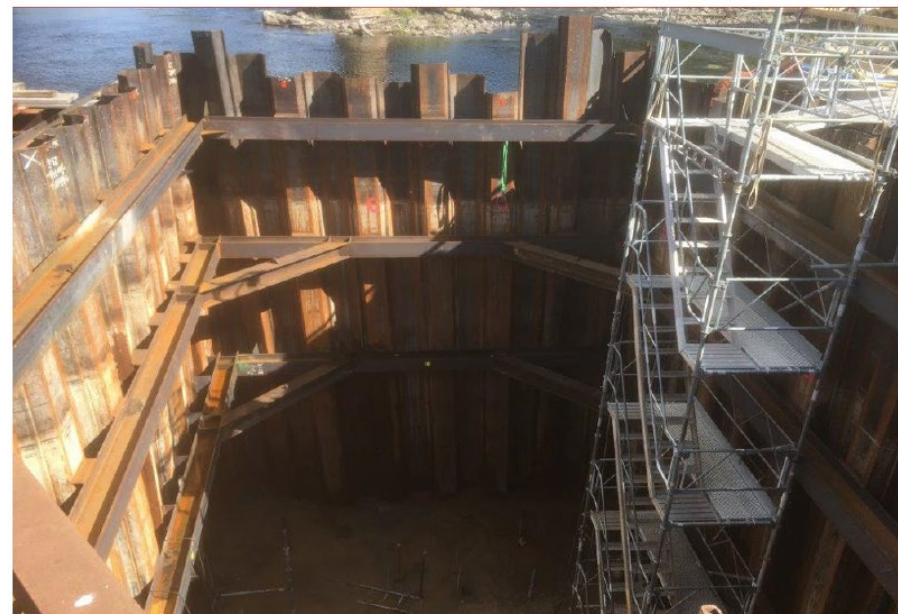
MHQ 375 m<sup>3</sup>/s  
Aktuell 700 m<sup>3</sup>/s



- Tätplatta gjuten
- Hammarband monterade
- Spont tömd
- Byggandet av permanent konstruktion kan påbörjas

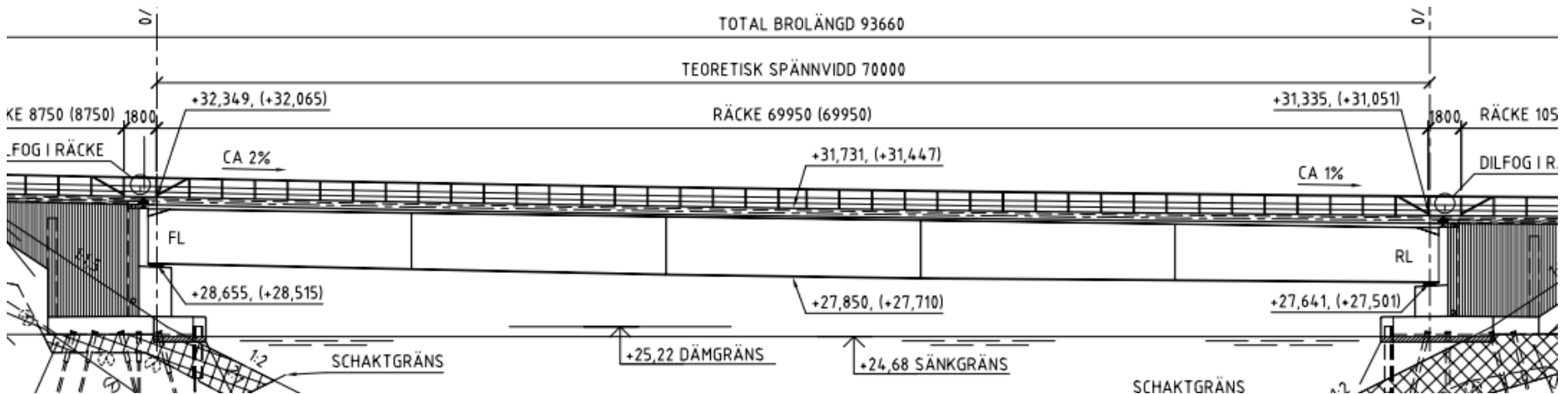
Svåra avvägningar gällande vilka vattenstånd (flöden) som ska antas vid utformning av tillfälliga konstruktioner

---





Vid riktigt svåra förhållanden väljs en utformning med inget eller minimalt byggande i vatten





## 3 Krav på nivå för underkant överbyggnad (KB B.1.1.2):

- Under HHW
- Minst 0,3 m över HHW om det inte är acceptabelt att vattenytan är högre än överbyggnadens underyta (skador på bro eller bank, oacceptabel dämning)
- Ett antal detaljkrav gällande lagerplacering och inspektion

Indirekt styrs också nivån för överbyggnaden av krav på fri höjd (och fri öppning) över strandpassager enligt "Krav för vägar och gators utformning"



Ibland måste annan nivå väljas än HHW100 –stora konsekvenser vid höga vattenstånd:

Exempel: Byggnadsverk som del av invallning av Kristianstad



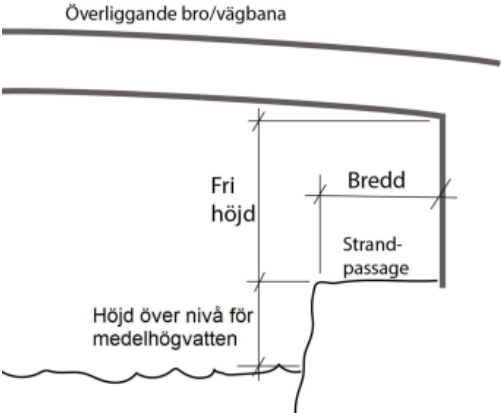
Utbyte motorvägsbroar väg E22

Flödet BHF ca 100% än HHQ100  
Nivån för HHW i relation till MW  
Ökas med ca 200%



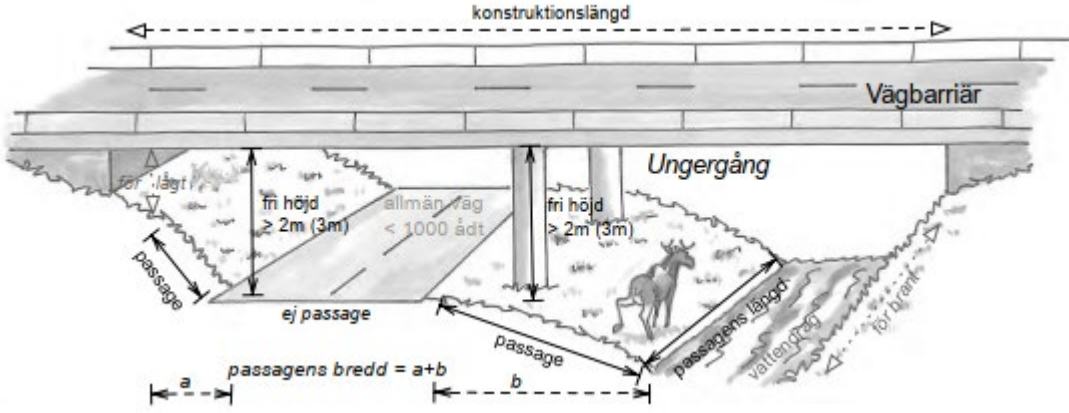
# 4 Krav på fri öppning och underkant överbyggnad vid strandpassage:

Krav för vägar och gators utformning:



Rapport från forskningsprogrammet TRIEKOL publ 2015:254

Råden hänvisar till:



**Analys av infrastrukturens permeabilitet för klövdjur**  
 Rapport från forskningsprogrammet TRIEKOL





## Exempel på effektivitet publikation 2015:254



- Strandbrinken min 0,2 meter ovan MHW
- Effektivitet för älg ca 90%

Funktion  $f$  i effektivitetsmodellen är enligt Seiler & Olsson (in prep.):

Älgmodell:

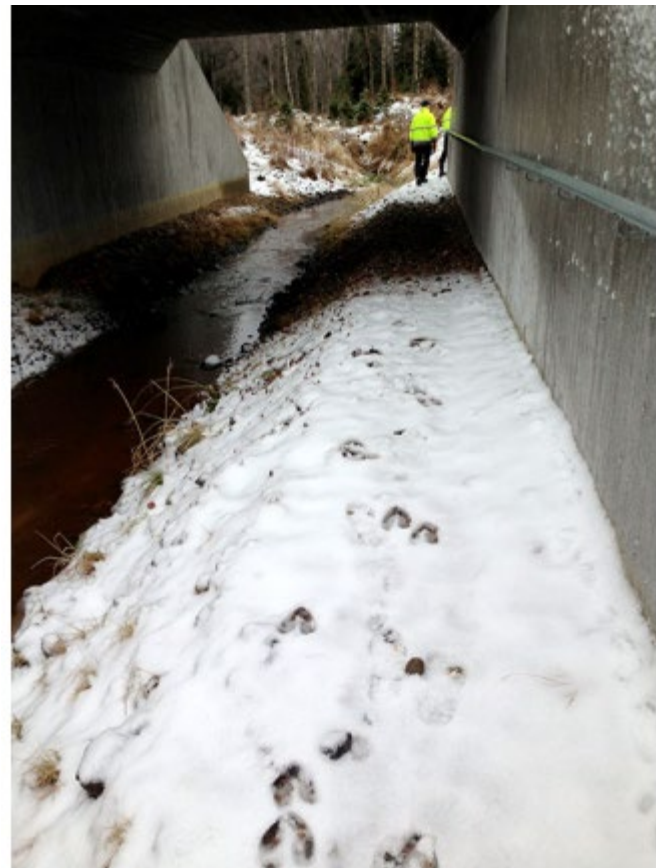
$$E_{\text{Älg}} = 2 * (-0,097 + 2,710 * \text{kvrt}(B) / L)$$

Rådjursmodell:

$$E_{\text{Rådjur}} = 2 * (0,051 + 2,036 * \text{kvrt}(B) / L)$$



# Strandpassager, forts



Älgspår på strandpassage avsedd för människor, bro över Sepposenoja.  
Foto: Trafikverket.



Strandpassage av stenblock. Foto: Trafikverket.



Bro över Njallebäcken med strandpassager. Foto: Trafikverket.



## 5 Erosionsskydd

Medelvattenhastighet  $\leq 2,0$  m/s annars särskild utredning

- Brostöd i vatten, VV publ 1987:18
- Slänt –TK Geo 13, Konsekvensklass 2 eller 3 beroende på återkomsttid 50/100 år

TK Geo:

I KKL2 ska  $d_{100}$  bestämmas enligt:  $d_{100} = 0,03 \cdot (1,5 \cdot v_{dim} / \Gamma_{\phi})^2$



$r = 1,0 - 0,5$

Max stenstorlek vid 2 m/s

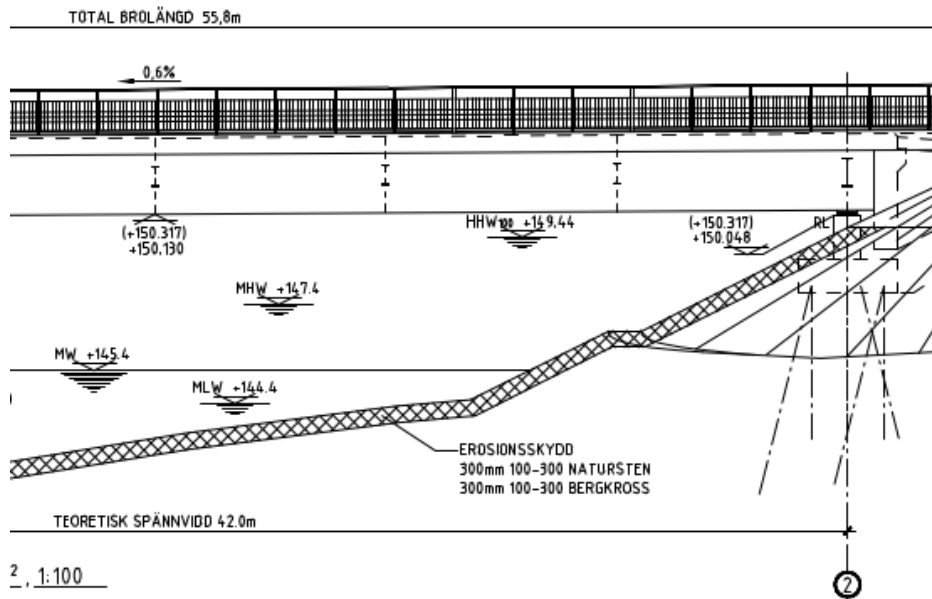
KKL2 1,08 m vid släntlutning

1:1,5, friktionsvinkel 40 grader

Viktigt att se över lämplig  $v_{dim}$ !



# Exempel på utformning av erosionsskydd:

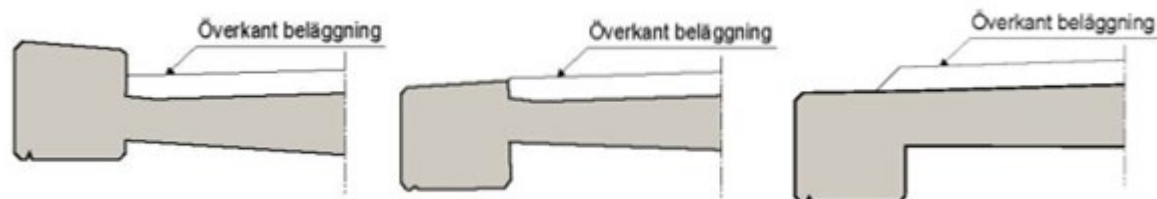


Vanlig erosionsskada -ände kantbalk

# 6 Avvattningssystem

## Kantbalksutformning

- Över vattendrag och vägar förhöjd kantbalk



## Ytavlopp och stamledningar

- Ytavlopp ska placeras så tillfredställande avvattning av brobaneplattan erhålls (vattenplaning, stänk)
- Kritisk utformning, lågpunkt på bron – tex igensättning





# Vattenflöden och vattennivåer – utformning enligt Krav Brobyggande

- Kritisk utformning, högpunkt på bron (stora vertikalaradier) eller långa broar med liten längslutning

