



# LUND UNIVERSITY

## Järnvägsbro i Vemmerlöv : bestämning av fuktprofil, elasticitetsmodul och hållfasthet

Hassanzadeh, Manouchehr

2000

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Hassanzadeh, M. (2000). *Järnvägsbro i Vemmerlöv : bestämning av fuktprofil, elasticitetsmodul och hållfasthet*. (Rapport TVBM (Intern 7000-rapport); Vol. 7151). Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

*Total number of authors:*

1

### General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00

# **JÄRNVÄGSBRO I VEMMERLÖV**

**Bestämning av fuktprofil, elasticitets-  
modul och hållfasthet**

**EU-projekt: Contecvet – WP4.24**

Manouchehr Hassanzadeh

Lunds Tekniska Högskola  
Byggnadsmaterial  
Box 118

221 00 LUND

Tel: 046-2227415  
Fax: 046-2224427  
[www.byggnadsmaterial.lth.se](http://www.byggnadsmaterial.lth.se)

## FÖRORD

Denna rapport presenterar det arbete som har utförts vid Avdelningen för Byggnadsmaterial, LTH, för att bestämma hållfasthet och fuktprofil hos betongen i järnvägsbron i Vemmerlov. Arbetet ingår i det europeiska projektet CONTECVET som avdelningen deltar i.

Detta arbete har utförts av Manouchehr Hassanzadeh och Bo Johansson. Resultaten har bearbetats av Manouchehr Hassanzadeh.

Lund Maj 2000

Manouchehr Hassanzadeh

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

		Sida
	Förord	1
	Innehållsförteckning	3
	Summary	5
1	Bakgrund	7
2	Bestämning av fuktprofil	7
3	Bestämning av dynamisk elasticitetsmodul	8
4	Bestämning av tryck- och spräckhållfasthet	9
Bilaga A	Placering av borrkärnor	
Bilaga B	Sprickbildning i bron	

## SUMMARY

This report describes a study which has been conducted to determine the strength, equilibrium relative humidity and degree of saturation of the concrete in a railway bridge. The bridge is damaged by alkali-silica reaction. The results are used to perform a static check on the bridge in order to verify its bearing capacity. The bridge is located in Vemmerlöv and is owned by Banverket.

The study has been performed to verify the applicability of a BRITE/EURAM manual, "Manual for Assessment of Residual Service Life of Reinforced Concrete Structures", to bridges. This report presents only test results. The applicability of the manual has been verified/discussed by Karin Pettersson, who has determined residual expansion due to the alkali-silica reaction and Joakim Jeppsson who has performed the static check. It should be noted that the study which is presented in this report is highly limited. The main objective of this study has been to determine material properties for the static checks. The results cannot be used to describe the prevailing condition of the structure.

The mean value of the degree of saturation and equilibrium relative humidity are 75% and 88% respectively.

Visual inspection of the bridge revealed that several cracked zones may exist within the structure. The existence of the cracked zones made it also difficult to obtain representative cores for strength tests. The mean values of compressive and splitting tensile strengths at the drilling areas were 57 MPa and 4.5 MPa respectively.

## 1 BAKGRUND

Fem borrkärnor ställdes till vårt förfogande för bestämning av tryck- och draghållfasthet, dynamisk elasticitetsmodul samt fukthalt. Borrkärnornas beteckning är enligt nedan:

- P1 och P2, borrkärna nummer 1 och 2 från pelare
- B2, B3 och B5, borrkärna nummer 2, 3 och 5 från trågets undersida

Borrkärnornas placering på bron framgår av Bilaga A. I Bilaga B visas bilder på sprickbildning i olika delar av bron.

B3 användes för bestämning av fukthalt medan de övriga användes för bestämning av materialets tryck- och spräckhållfasthet samt dynamisk elasticitetsmodul.

Enligt ritningar består bottenplattor, pelare och överbyggnad av BTG I STD K40, LUFT 3.5 – 4.5%.

## 2 BESTÄMNING AV FUKTPROFIL

Borrkärna B3 användes för bestämning av trågets fuktprofil. Figur 1 visar de bitar som har tagits från provstaven. Som framgår av figuren har prov tagits på tre ställen. Provtagningen utfördes omedelbart efter borringen som pågick under ca 30 minuter.

Provbit A respektive B användes för bestämning av materialets vattenmättnadsgrad (= det aktuella förångningsbara vattnets volym/öppna porvolymen) respektive relativa fuktighet, RF.

Det förångningsbara vattnets volym bestämdes genom att väga provkroppen både före och efter uttorkning vid 105 °C. Viktförlusten är det förångningsbara vattnets volym. Den öppna porvolymen bestämdes genom att torka (vid 105 °C), väga, vakuumbehandla, vattenmätta och åter väga provkroppen. Viktskillanden mellan vattenmättat och torkat tillstånd dividerad med vattnets densitet är den öppna porvolymen.

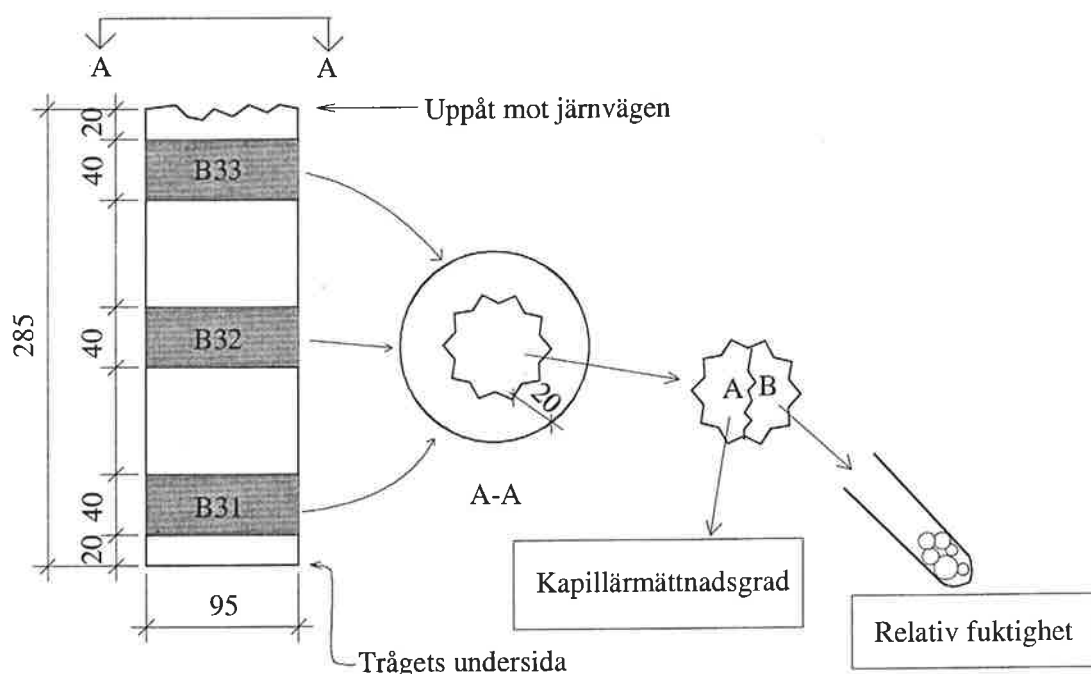
RF-mätningen utfördes genom att placera en givare, typ kapacitiv modell VAISALA 111Y, i provröret som därefter förseglades. RF-mätningen gjordes tre dygn efter försegling, d.v.s. givaren var i jämvikt med provet. Givaren var kalibrerad före mätningen. Resultaten av mätningarna framgår av Tabell 1.

Tabell 1 Borrkärnans relativa fuktighet och vattenmättnadsgrad.

	Relativ fuktighet %	Öppen porositet %	Vattenmättnadsgrad %
B31	84	15	76
B32	91	15	73
B33	92	19	74

Enligt RF-mätningen är fuktnivån något högre i betongens inre delar och närmast överytan än i ytan mot luft vilket kan förväntas eftersom fukt tillförs uppifrån. RF ger en klarare indikation på fukttillståndet än vattenmättnadsgraden. Att vattenmättnadsgraden är lägst i betongens inre delar än i ytan mot luft kan mycket väl bero på att lufthalten är lägst vid ytan. Luftporerna kan nämligen antas vara luftfyllda. Låg lufthalt leder därför till hög vattenmättnadsgrad om alla andra faktorer är oförändrade.

RF-nivån är ungefär så låg som kan förväntas i en konstruktion som enbart utsätts för variationer i yttre RF och där tillskottet av vatten t.ex. från regn är litet.



Figur 1 Provtagning för bestämning av fuktprofil. Enheter i millimeter.

### 3 BESTÄMNING AV DYNAMISK ELASTICITETSMODUL

Den dynamiska elasticitetsmodulen bestämdes genom mätning av borrhörnans egenfrekvens. Tabell 2 visar borrhörnornas dimension, vikt, egenfrekvens och dynamiska elasticitetsmodul. Egenfrekvenserna är medelvärdet av fyra mätningar, d.v.s. borrhörnan vreds 1/4 efter varje mätning.

Tryckhållfasthetsmätningarna, se nästa avsnitt, att betongens hållfasthetsklass är K45. Denna betong har en statisk E-modul av storleksordningen 33 GPa, den motsvarande dynamiska E-modulen är 38 GPa, omräkningsfaktor = 1.15. De bestämda dynamiska E-modulerna är 33 GPa respektive 40 GPa för pelaren respektive balken. E-modulen för pelaren är låg medan värdet för balken är normalt även om balken är lite skadad. Anledningen till det låga värdet för pelaren har inte utretts. Under förutsättning av att alkaliskelreaktioner, ASR, har förekommit i pelaren kan följande förklara skillnaden mellan E-modulerna.

Pelarens expansion, orsakad av ASR, är förhindrade i dess axelriktning vilket medför att expansionen bör ske i radiell riktning. Borrhörnorna har tagits i radiell riktning. När borrhörnorna utsätts för böjsvängning, vid bestämning av egenfrekvensen, blir egenfrekvensen lägre jämfört med oskadad borrhörna eller en borrhörna som är tagen vinkelrätt mot expansionsriktningen. När det gäller balken, träget, är borrhörnorna tagna vinkelrätt mot expansionsriktningen.

Tabell 2 Dynamisk elasticitetsmodul.

	Vikt kg	Längd m	Diameter m	Egenfrekvens kHz	Dyn. E-modul GPa
P1	6.178	0.353	0.098	2.18	32
P2	4.620	0.290	0.094	3.11	35
<b>Medelvärde P</b>					<b>33</b>
B2	4.393	0.270	0.094	3.67	40
B5	5.109	0.320	0.093	2.78	41
<b>Medelvärde B</b>					<b>40</b>



#### 4 BESTÄMNING AV TRYCK- OCH SPRÄCKHÅLLFASTHET

Tryck- och spräckhållfastheten bestämdes med provkroppar sågade från borrhärnorna i Tabell 2. Provkropparnas längd var ca 100 mm, se Tabell 3. Vid tillverkning av provkroppar sågades först minst 20 mm från vardera änden av borrhärnan. Provkropparnas numrering och placering framgår av Figur 2. Provkropparna avsedda för tryckprov planslipades.

De utborrade provkropparna hade relativt skrovliga mantelytor vilket medförde ojämn lastfördelning vid spräckprovingen. För att få jämn belastning planslipades kontaktytan mellan provkroppen och belastningslinjalen.

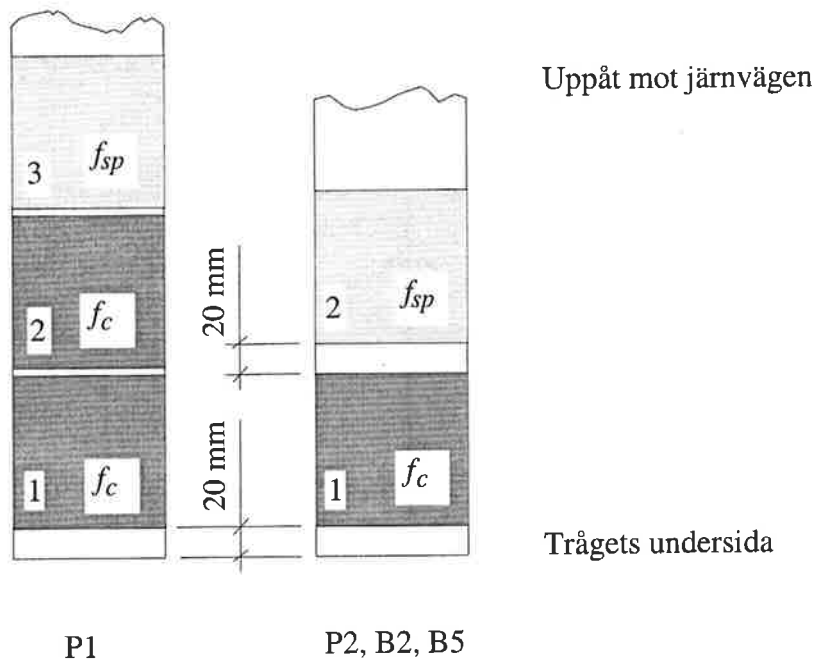
Tabell 3 visar resultaten av tryck- och spräckhållfasthetsprovingarna.

Tabell 3 Tryck- och spräckhållfasthet.

	Längd m	Diameter m	Spräckhållfasthet MPa	Tryckhållfasthet MPa
P1 – Provkropp 1	0.107	0.098	-	49.3
P1 – Provkropp 2	0.104	0.098	-	58.6
P1 – Provkropp 3	0.105	0.093	4.2	-
P2 – Provkropp 1	0.104	0.094	-	56.1
P2 – Provkropp 2	0.106	0.093	4.1	-
<b>Medelvärde P</b>			<b>4.2</b>	<b>55</b>
B2 – Provkropp 1	0.104	0.094	-	60.4
B2 – Provkropp 2	0.105	0.093	4.4	-
B5 – Provkropp 1	0.107	0.093	-	58.9
B5 – Provkropp 2	0.106	0.093	5.1	-
<b>Medelvärde B</b>			<b>4.8</b>	<b>60</b>

Tryckhållfastheten hos en utborrad cylinder (vinkelrätt mot gjutningsriktningen) med diametern 100 mm och  $l/d = 1$  motsvarar provningstekniskt tryckhållfastheten för en kub med kantlängden 150 mm, Avsnitt 11.13 Betonghandok Material.

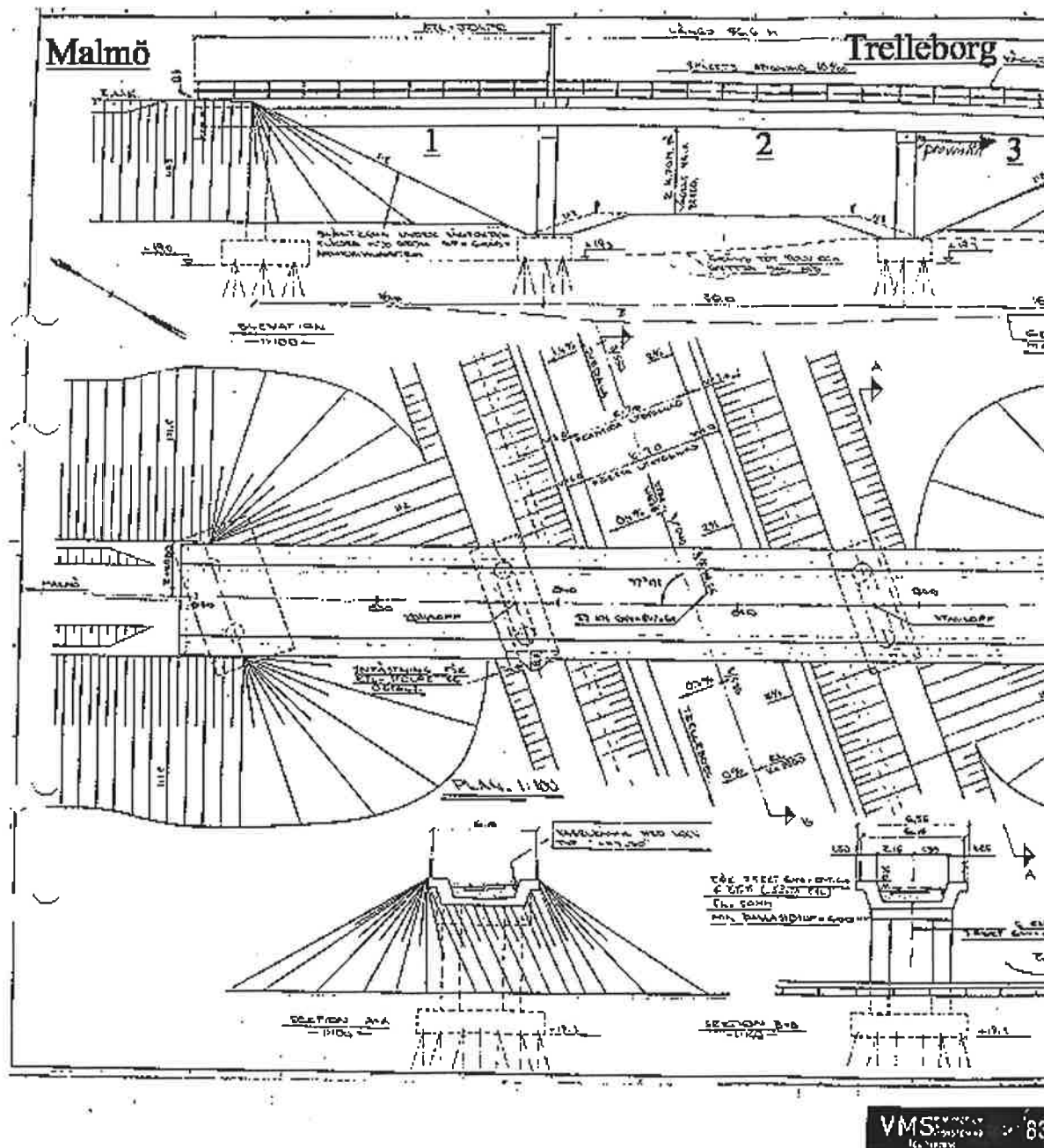
Både tryck- och spräckhållfastheten är hög och tyder inte på någon betongförstörelse. Det bör noteras att hållfasthetsprovingarna har utförts i en riktning och att denna riktning inte sammanfaller med den riktning som huvudtryckspänningar i konstruktionen verkar.



Figur 2 Placering av provkroppar på borrhärnor.

## PLACERING AV BORRKÄRNOR

Placering av borrkärnorna visas med hjälp av ritningar och fotobilder. Det bör noteras att ritningarnas riktning stämmer inte överens med fotobildernas riktning. Figur 1 visar en ritning över bron.



Figur A1 Järnvägsbro över väg 108 vid Vemmerlöv. Den vertikala sektionen är sedd i riktning Trelleborg – Svedala.

Bron är sedd från väg 108 i riktning Trelleborg – Svedala. Som framgår av figuren består bron av tre spann. I denna rapport numreras spannen 1 – 3 i riktning Malmö – Trelleborg. Undersökningen gäller för spann 3.

Figur A2 visar en bild av bron tagen från väg 108 i riktning Svedala – Trelleborg. Figur A3 visar det undersökta spannet.

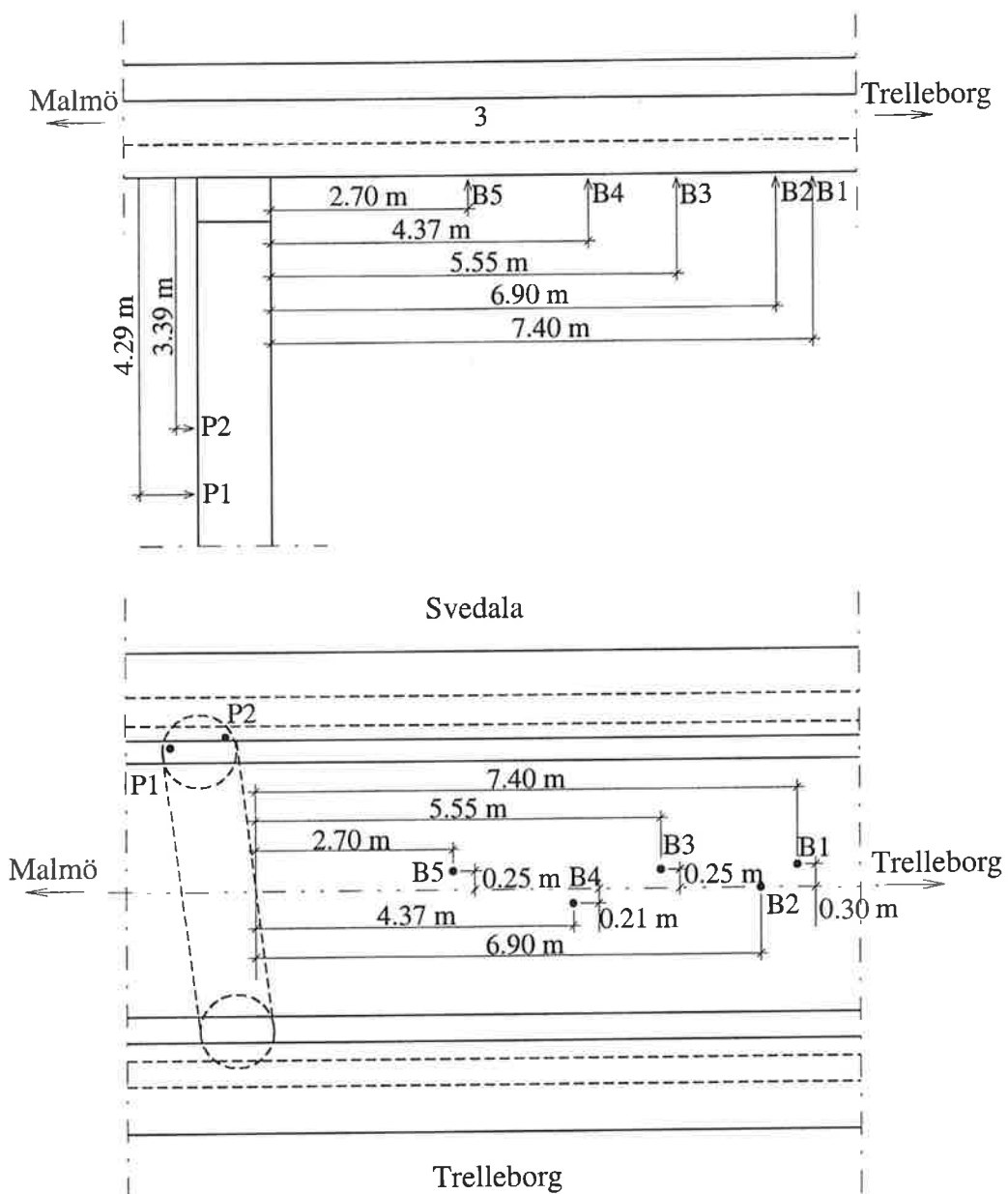


Figur A2 Järnvägsbro över väg 108 vid Vemmerlöv.

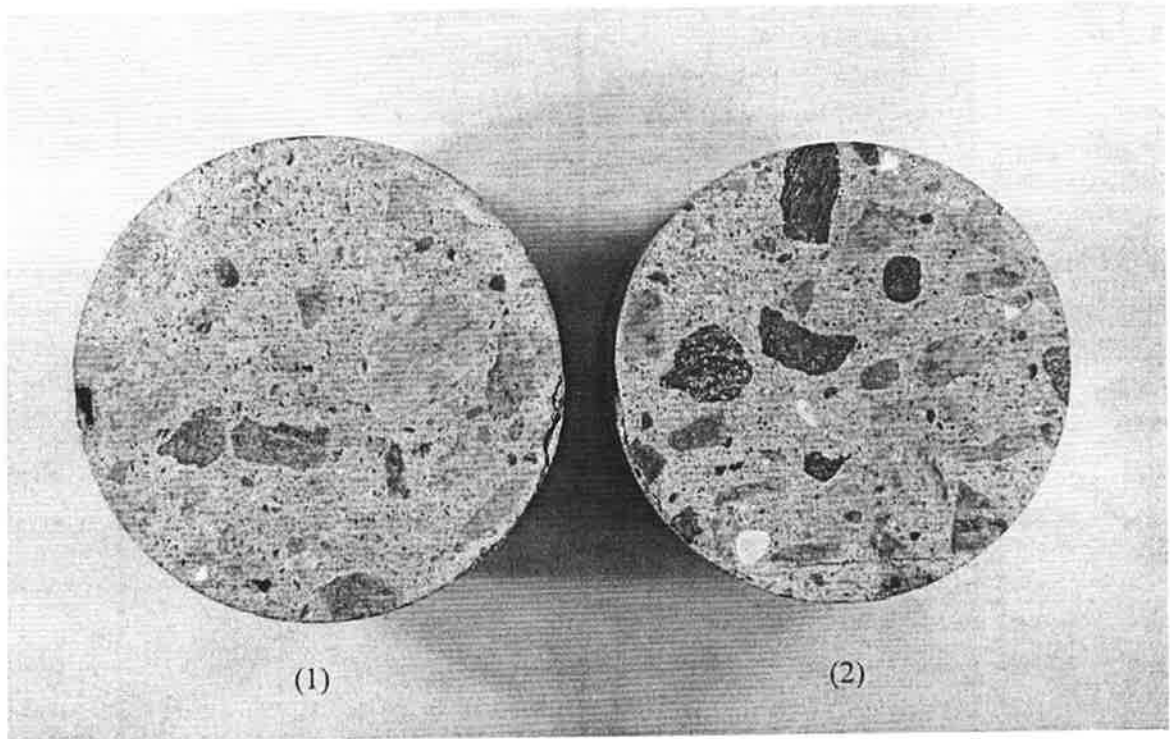


Figur A3 Den undersökta spannet, d.v.s. spann 3. Borrkärnorna har tagits från det tråg och den pelare, närmast i bilden, som är markerade med X i bilden.

Placering av borrställena framgår av Figur A4. Borringarna har utförts underifrån – uppåt respektive horisontellt – radiellt i tråget (B1- B5) och pelaren (P1 och P2).



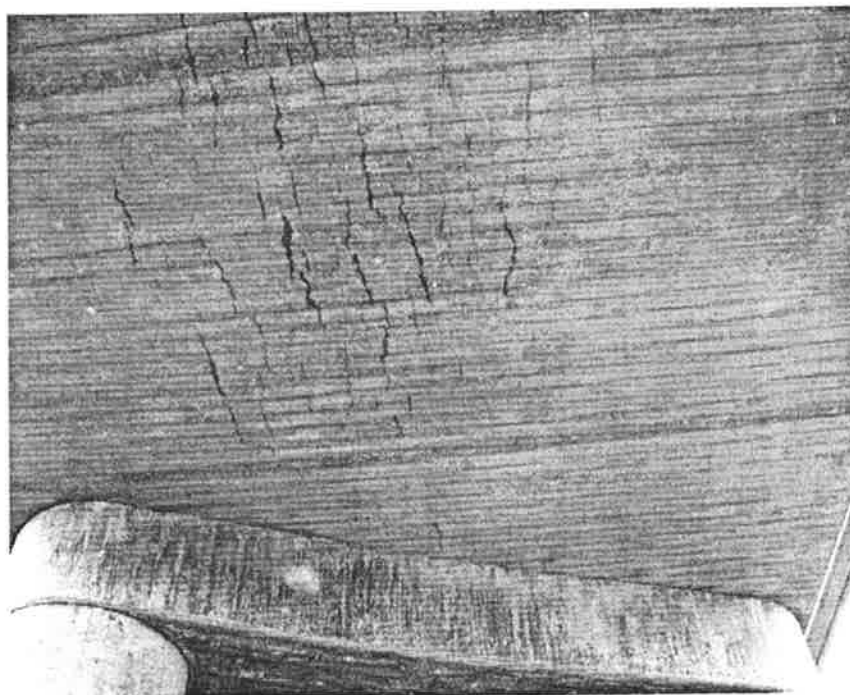
Figur A4 Borrställen.



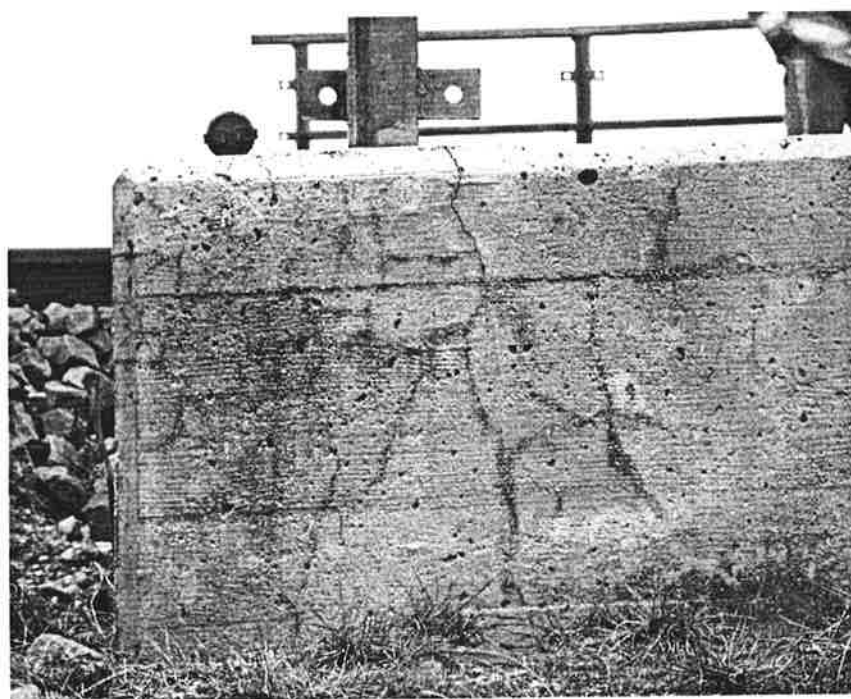
Figur A5 Sågade ytor av borrhämror. (1) pelare, (2) tråget.

**SPRICKBILDNING I BRON**

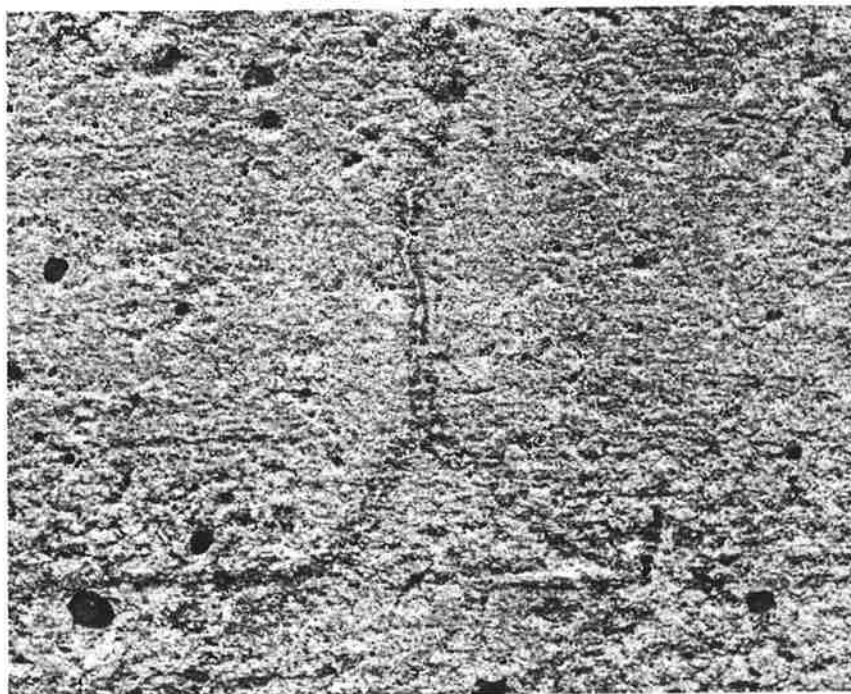
Figur B1 visar sprickor i trågets undersida, spann 3, vid stödet närmast väg 108. Som framgår av figuren är sprickornas riktning i trågets längdriktning. De sprickor som är fuktiga är mörkare och tydligare än de torra sprickorna. Figur B2, B3 och B4 visar sprickbildning i andra delar av bron.



*Figur B1 Sprickor i trågets undersida, spann 3, vid stödet närmast väg 108.*



*Figur B2 Sprickbildning vid landstödet i riktning mot Trelleborg.*

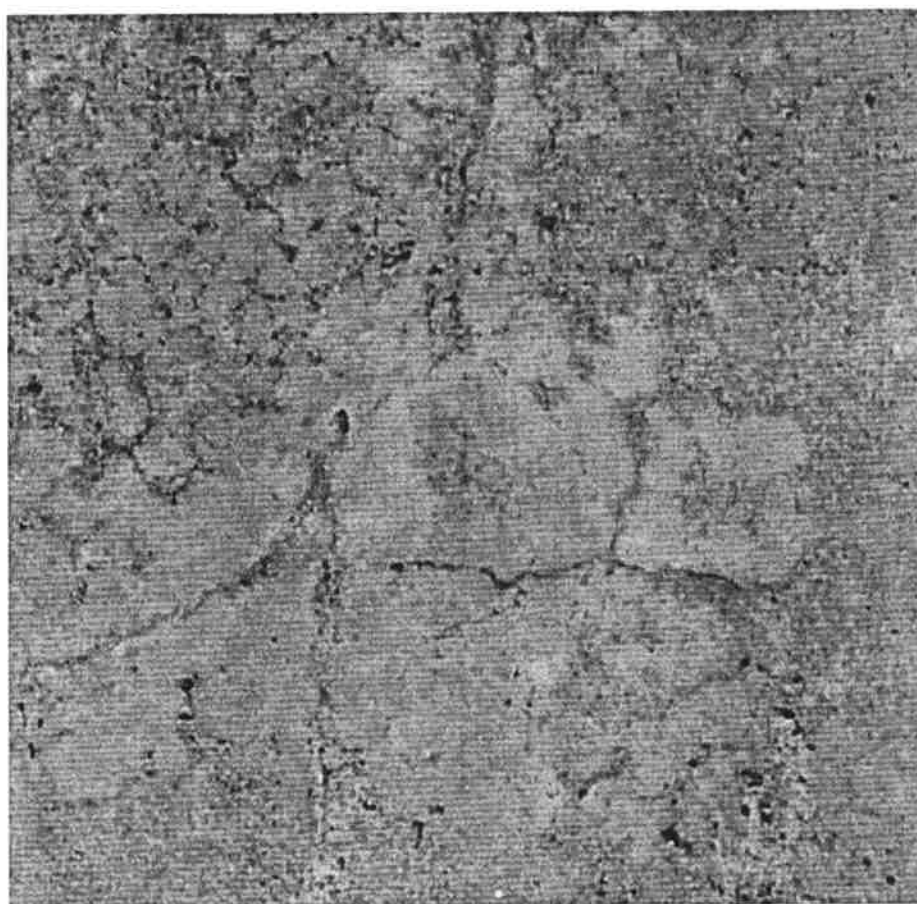
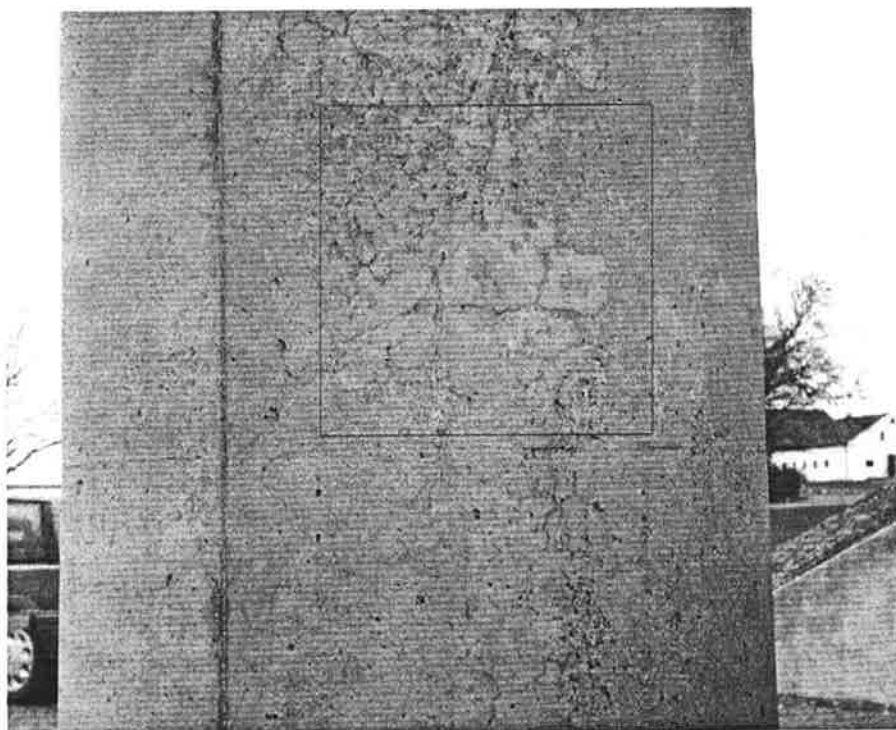


*Figur B3 Närbild av en spricka i Figur B2.*



*Figur B4 Exempel på skada orsakad av pop-out, lokaliserad på samma område som sprickorna i Figur B2.*





*Figur B5 Pelare.*