



**AALBORG UNIVERSITY**  
DENMARK

**Aalborg Universitet**

## **Forsøg med lastoverførende stålbeslag i trækonstruktioner**

*Delrapport no. 1, Forsøg med BMF grat/kelebeslag*

Mortensen, Niels Lambert

*Publication date:*  
1998

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*

Mortensen, N. L. (1998). *Forsøg med lastoverførende stålbeslag i trækonstruktioner: Delrapport no. 1, Forsøg med BMF grat/kelebeslag*. Department of Mechanical Engineering, Aalborg University. R / Institut for Bygningsteknik No. R9806

### **General rights**

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 -

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



Jacob Nielsen

---

# INSTITUTTET FOR BYGNINGSTEKNIK

Department of Building Technology and Structural Engineering  
Aalborg University • AAU • Aalborg • Denmark

---

DELRAPPORT NO. 1  
FORSØG MED BMF GRAT/KEL BESLAG

---

N. LAMBERT MORTENSEN  
FORSØG MED LASTOVERFØRENDE STÅLBESLAG I TRÆKONSTRUKTIONER  
FEBRUAR 1998

ISSN 1395-7953 R9806

---



## INDHOLDSFORTEGNELSE

1. INDLEDNING .....	2
2. MATERIALER .....	3
3. PRØVEEMNER .....	3
4. FORSØGSOPSTILLING .....	4
5. FORSØGSRESULTATER .....	6
5.1 Generelt .....	6
5.2 Sammenligning af forsøg .....	7
5.3 Karakteristisk bæreevne .....	7
6. VURDERING AF FORSØG .....	8
6.1 Generelt .....	8
6.2 Observationer .....	8
7. VURDERING AF SAMLING .....	9
7.1 BMF beslag .....	9
7.2 Bjælke .....	9
7.3 Spær .....	9
8. KONKLUSION .....	9
Bilag 1. Forbindelsens arbejdskurver .....	10
Bilag 2. Fotos af typiske samlinger .....	10 - 14

## 2. MATERIALER

Træemnerne var konstruktionstræ i kvalitetsklasse K18. Træets fugtindhold blev målt til ca. 10 % med elektrisk fugtmåler.

Den karakteristiske flydespænding af stålet i beslaget var  $250 \text{ N/mm}^2$ .

I 11 af de 15 forsøg (serie I og II) blev beslaget fastgjort med 5x35 mm BMF beslagskruer.

I 2 forsøg (serie III) blev anvendt 40/40 BMF kamsøm og i 2 forsøg (serie IV) 40/60 BMF kamsøm.

## 3. PRØVEEMNER

Prøveemnerne bestod af en bjælke (svarende til spærfod), et halvspær og et BMF grat/kel beslag. BMF beslaget bestod af to dele. Den ene del blev monteret på bjælken og den anden del på spæret.

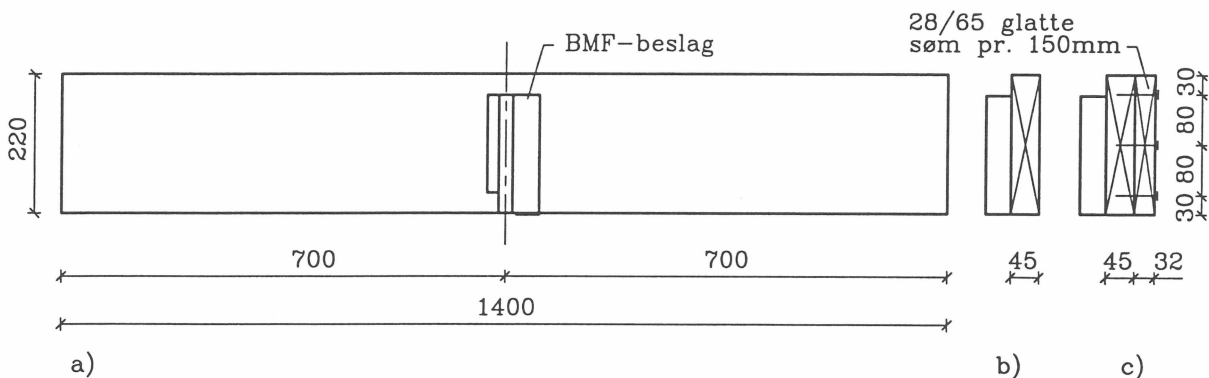
I serie I, II og III havde bjælken dimensionerne  $45 \times 220 \times 1400 \text{ mm}$ .

I serie IV var bredden øget til 77 mm ved påsømning af en lidt smallere bjælke på  $32 \times 220 \times 1400 \text{ mm}$ . Sømningen skete fra det smalleste emne med 28/65 glatte kvadratiske søm pr. 150 mm i 3 rækker, se figur 1.

Alle spærene havde samme geometri og trædimensioner (fod og lodstolpe,  $45 \times 120 \text{ mm}$ , hoved  $45 \times 145 \text{ mm}$ ), men tandpladen i forbindelsen mellem spærets lodstolpe og fod var forskellig. I serie I blev anvendt pladetype T 10-350 med dimensionerne  $195 \times 200 \text{ mm}$ . I serie II, III og IV blev anvendt pladetype T 10-350 med dimensionerne  $117 \times 200 \text{ mm}$ , se figur 2. Begrundelsen for denne forskel var at vurdere dens evt. indflydelse på BMF beslagets bæreevne, idet BMF beslagets ene del blev monteret over dele af tandpladerne.

BMF beslaget havde en pladetykkelse på 2.5 mm, geometrien fremgår af figur 3.

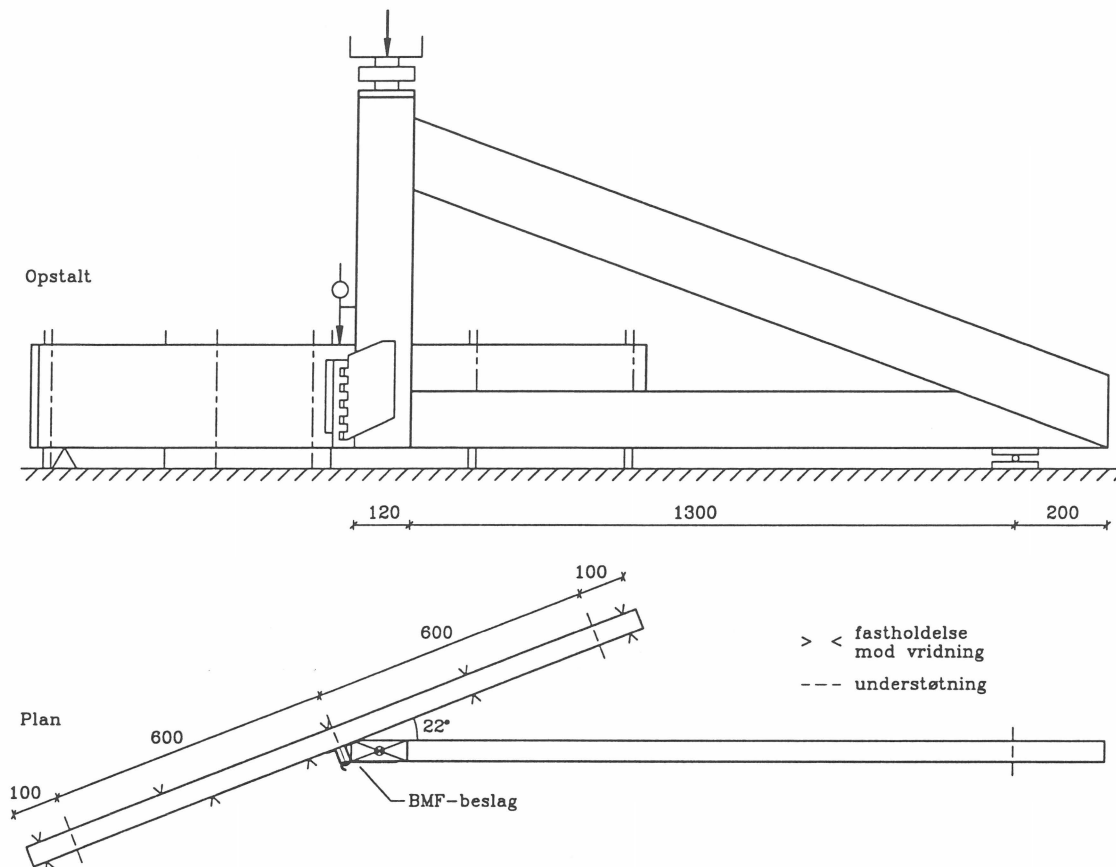
Inden prøveemnerne blev placeret i forsøgsopstillingen blev BMF beslagets to dele monteret på bjælke og spær. Når der anvendtes skruer, blev der forboret i de huller, som var placeret over tandpladen.



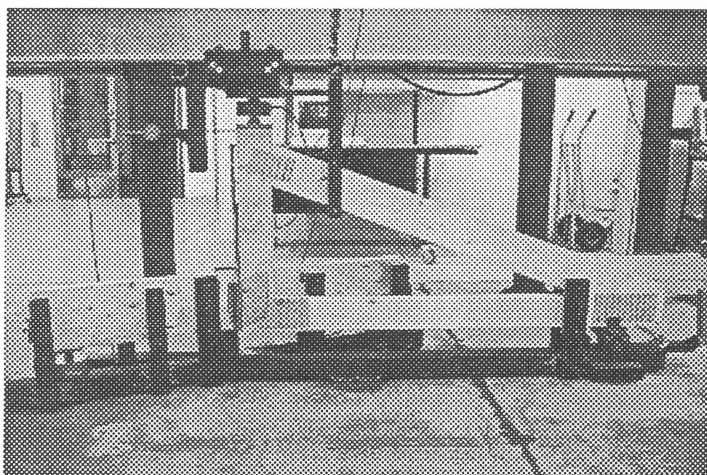
Figur 1. Bjælke. a) alle serier, b) serie I, II og III, c) serie IV. (BMF beslagets ene del også vist).



Lodret flytning mellem bjælke og spær blev målt ved overkant bjælke med flytningstransducer.  
 Målte laster og flytninger blev opsamlet på computer.  
 Lastpåførselen skete i overensstemmelse med DS/EN 26891.



Figur 4. Forsøgsopstilling.



Figur 5 og 6. Fotos af forsøgsopstilling.

## 5.2 Sammenligning af forsøg

### Serie I og II, stor og lille tandplade, beslagskruer.

Af tabel 1 ses, at den gennemsnitlige bæreevne af forsøgene i serie I ( stor tandplade ) er lidt større (7%) end den gennemsnitlige bæreevne af forsøgene i serie II (lille tandplade). Det skyldes formentlig, at den store tandplade under BMF beslaget øgede stivheden og styrken af denne del af forbindelsen.

Der kan dog ikke drages endelige konklusioner mht. evt forskelle i bærevner grundlag på det ret sparsomme forsøgsmateriale.

### Serie III og IV, enkelt bjælke, 40/40 kamsøm - dobbelt bjælke, 40/60 kamsøm

Af tabel 1 ses, at bæreevnen af serie IV er 13% større end bæreevnen af serie III.

Selvom der kun er udført 2 forsøg i hver serie, er der ingen tvivl om, at den dobbelte spærfor og de længere kamsøm var årsag til bæreevneforøgelsen.

I serie III var det svage led udtrækning af sømmene i beslaget på bjælken kombineret med begyndende flækning af bjælken. I serie IV var det svage led sømforbindelsen i beslaget på spæret kombineret med flækning af lodstolpen. I begge serier blev bæreevnen (ved 15 mm flytning) nået inden egentligt brud.

### Beslagskruer - kamsøm.

Forsøgene antyder (forsøgsmaterialet er yderst sparsomt), at der opnås ca. samme bæreevne ved anvendelse af 5x35 mm skruer og 40/60 kamsøm. Effekten af et dobbelt spær i forbindelsen med skruer er dog ukendt.

## 5.3 Karakteristisk bæreevne

Den karakteristiske bæreevne udregnes som det nederste endepunkt i et 84.1 % konfidensinterval for 5% fraktilen.

Under forudsætning at resultaterne regnes logaritmisk normalt fordelt med ukendt spredning findes den karakteristiske bæreevne af

$$F_k = \exp(\bar{y} - k_s s_Y)$$
$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln F_i$$
$$s_Y^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\ln F_i - \bar{y})^2$$

I serie I (n=5) er  $k_s = 2.91$ , i serie II (n=6) er  $k_s = 2.70$

Det giver en karakteristisk bæreevne  $F_k = 20.8$  kN i begge serier.

Man skulle umiddelbart forvente en større bæreevne i serie I end i serie II på grund af den større middelværdi, men det opvejes af, at der er et forsøg mere i serie II og af at spredningen er lidt mindre.

I serie III og IV er forsøgsmaterialet ikke tilstrækkeligt til at der kan foretages en statistisk vurdering.

beslagets smalle flig. I et enkelt tilfælde (spær no. 3) skete brud i de øverste tre skruer på grund af kombineret udtrækning og forskydning.

Skruerne/sømmene i beslaget på spæret blev påvirket til forskydning af den lodrette kraft i hængselledet. På grund af lastens excentricitet medførte det en kombineret drejning og lodret flytning af beslaget. Glidningen var størst i forsøgene med lille tandplade under BMF beslaget. Det var tydeligt, at den store tandplade i forsøgene 1-5 gav forbindelsen større stivhed. I spær no 4 og 6 skete der brud i to skruer inden forsøgene blev afsluttet.

## **7. VURDERING AF SAMLING.**

### **7.1 BMF beslag**

Forsøgene viste, at beslaget fungerede godt.

Pladetykkelsen på 2.5 mm virkede passende, men den kan måske reduceres, uden at det vil reducere bæreevnen signifikant. Der forekom først deformationer af de to pladedele, når forsøgene fortsattes et stykke efter, at bæreevnen var nået.

Forsøgene tydede på, at skrue/sømforbindelserne i beslagets to dele stort set var lige stærke. I beslaget på bjælken skete der udtrækning af de øverste skruer/søm i større eller mindre grad. Forbindelsens bæreevne kan derfor muligvis øges ved at øge sømantallet her, specielt i den smalle flig, hvor tendensen til udtrækning var størst. Det vil kræve en større fligbredde.

### **7.2 Bjælke**

Revnedannelsen i bjælken var i de fleste tilfælde (bortset fra forsøg no. 4, 11, 12, 14 og 15) medvirkende årsag til brud, idet revnerne befordrede udtrækningen af sømmene. Derfor kunne det være aktuelt at "armere" bjælken for at reducere revneudviklingen. Det kunne evt. ske ved at placere en tandplade på hver side af beslaget i hele bjælkehøjden.

Tandpladerne vil formentlig give en stivere forbindelse og større modstand mod udtrækning af sømmene.

### **7.3 Spær**

Revnedannelsen i spærets lodstolpe betød større glidninger i skrue/sømforbindelsen i spæret og dermed også større flytninger i forbindelsen.

Ved at føre tandpladen i spærets hjørne helt ud til lodstolpens kant vil revneudviklingen blive reduceret, især hvis der anvendes stor tandplade, som i serie I.

Det vil formentlig resultere i en stivere og derfor også stærkere forbindelse, da deformationerne ofte viste sig at være bestemmende for bæreevnen (last ved 15mm flytning). Samlingens indflydelse på bæreevnen af tandpladen under beslaget er ikke undersøgt.

## **8. KONKLUSION**

Forbindelsens karakteristiske bæreevne blev estimeret i serierne med beslagskruer.

I serierne med kamsøm var der for få forsøg til at foretage en statistisk bearbejdning af resultaterne.

Det foreslås, at forsøgsantallet øges til mindst 10 i de serier, som forventes anvendt i praksis.

Det vil give et bedre grundlag for en statisk bearbejdning af resultaterne.

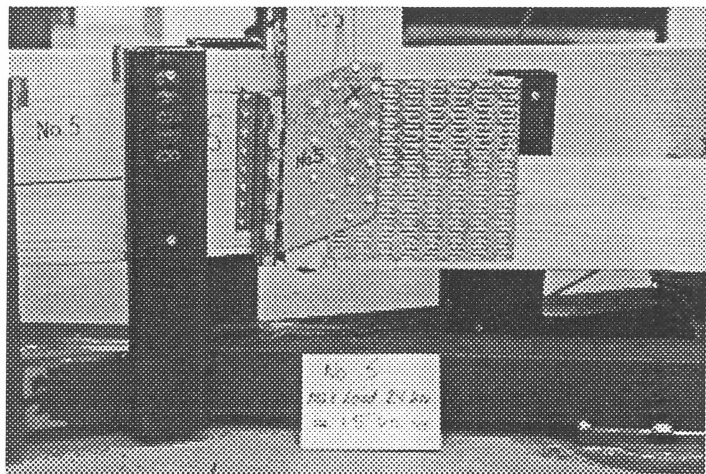
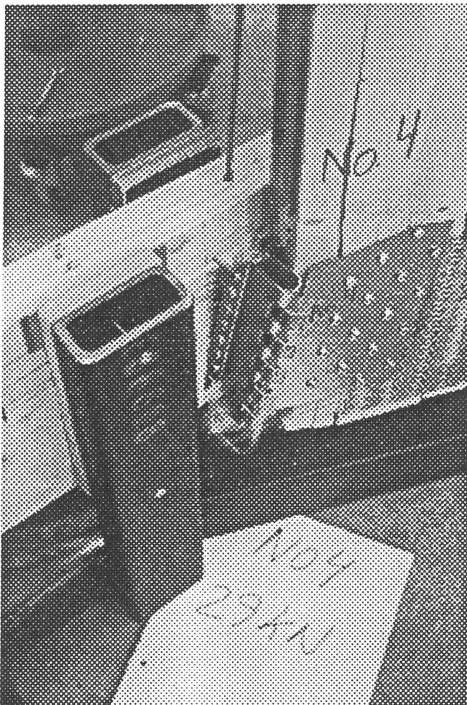
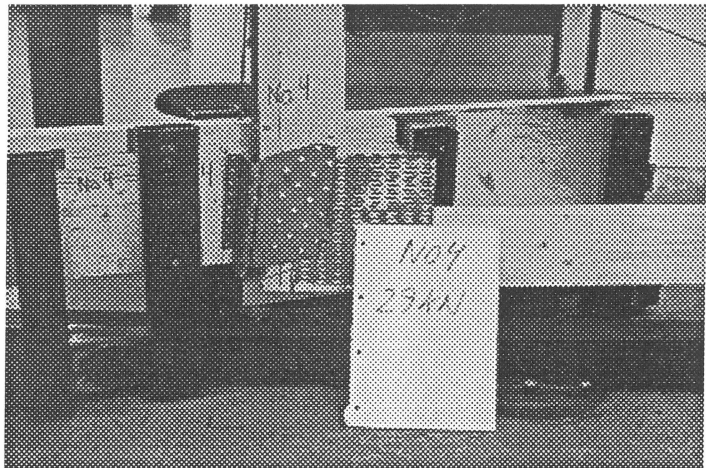
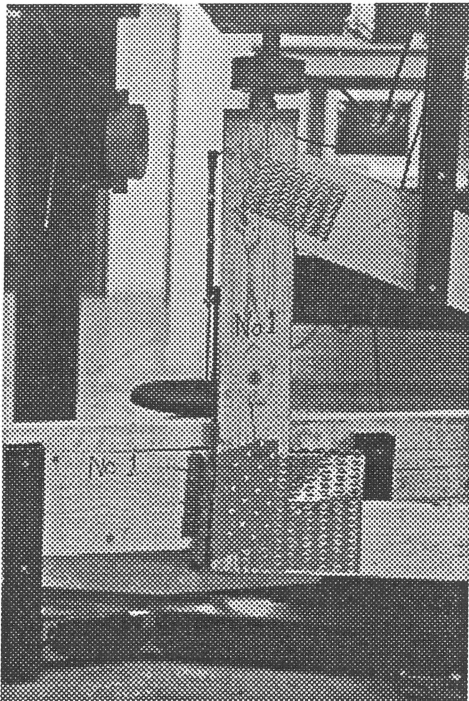
Der er peget på nogle ændringer, som muligvis vil give en stærkere forbindelse:

- forstærkning af bjælken med en tandplade på hver side af beslaget for at reducere revnedannelse
- forstærkning af lodstolpe i spær ved at føre tandpladen helt ud til lodstolpens kant. Det vil reducere revnedannelsen.
- flere skruer/søm i bjælkebeslagets øverste smalle flig for at reducere udtrækning. Det vil kræve at fligbredden øges.

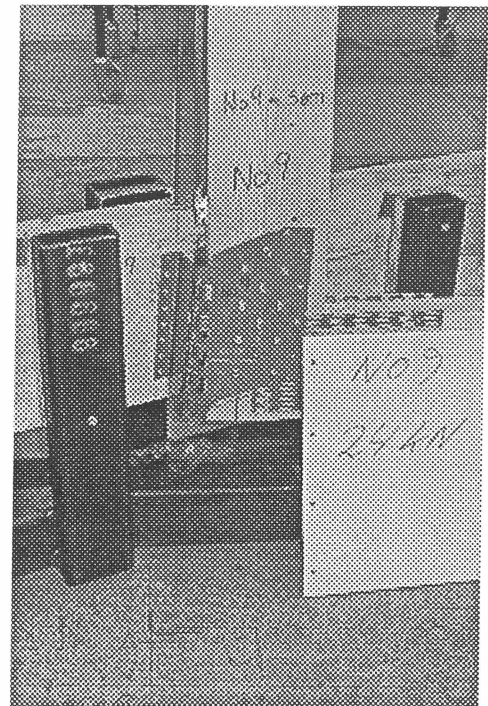
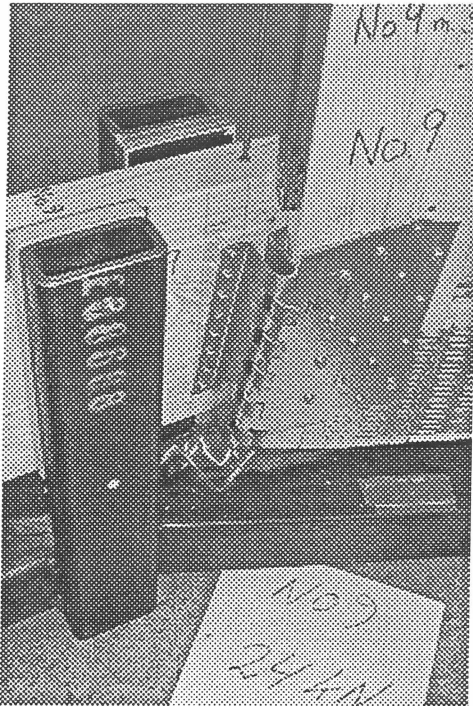
Der er endvidere peget på, at pladetykkelsen måske kan reduceres uden at bæreevnen reduceres.



**Bilag 2**  
**Fotos af typiske samlinger**



Figur B2.1. Serie I, forsøg no. 1, 4 og 5



Figur B2.3. Serie III, forsøg no 9.



the model is not a good approximation to the true system. For example, the model may be too simple or may not include some important processes. In such cases, the model may be used to identify the processes that are most important to the system's behavior, and these processes can be studied in more detail.

Another common use of models is to predict the future behavior of a system. This is often done by solving the model equations for a given set of initial conditions. The resulting predictions can be compared to actual observations to evaluate the model's accuracy.

Models are also used to study the effects of changes in the system's parameters. For example, a model can be used to study the effects of increasing the birth rate of a population. The resulting changes in the population's size and structure can be compared to actual observations to evaluate the model's accuracy.

Finally, models are used to study the stability of a system. This is often done by linearizing the model equations around a steady state and then analyzing the resulting linear system. The stability of the linear system can be used to predict the stability of the original system.

Models are a powerful tool for understanding complex systems. They can be used to study the behavior of a system, to predict the future behavior of a system, to study the effects of changes in the system's parameters, and to study the stability of a system. Models are an essential part of many scientific disciplines, and their use is becoming increasingly important in the 21st century.

## References

1. M. J. Griffin, *Introduction to the Theory of Seismology*, Cambridge University Press, Cambridge, 1968.
2. R. S. Stein, *Seismology and Geophysics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
3. J. D. Achenbach, *Wave Propagation in Elastic Solids*, North-Holland, Amsterdam, 1973.
4. S. S. Censor, *Seismic Tomography: A Practical Introduction and Review for Geophysicists*, Cambridge University Press, Cambridge, 2006.
5. D. J. Nisbet, *Seismic Tomography: A Practical Introduction and Review for Geophysicists*, Cambridge University Press, Cambridge, 2006.
6. A. B. Berkhin, *Seismic Tomography: A Practical Introduction and Review for Geophysicists*, Cambridge University Press, Cambridge, 2006.
7. J. M. Kendall, *Seismic Tomography: A Practical Introduction and Review for Geophysicists*, Cambridge University Press, Cambridge, 2006.
8. D. J. Nisbet, *Seismic Tomography: A Practical Introduction and Review for Geophysicists*, Cambridge University Press, Cambridge, 2006.
9. A. B. Berkhin, *Seismic Tomography: A Practical Introduction and Review for Geophysicists*, Cambridge University Press, Cambridge, 2006.
10. J. M. Kendall, *Seismic Tomography: A Practical Introduction and Review for Geophysicists*, Cambridge University Press, Cambridge, 2006.