

# Applicazioni innovative dell' acciaio inox nel settore del trasporto su ruote - INSAPTRANS

Introduzione al progetto ed al manuale



With support from the  
Research Fund for  
Coal and Steel of the  
European Community

**INSAPTRANS**

- Perchè questo seminario?
  - L'acciaio inox è largamente impiegato nel settore trasporto negli Stati Uniti ed in Asia ed è visto come elemento di alta qualità del prodotto.
  - Perchè non è lo stesso in Europa?



Photo: Euro Inox



Photo: ISSDA



Photo: ASSDA



Photo: hyssenKrupp Stainless



Photo: ISSDA



With support from the  
Research Fund for  
Coal and Steel of the  
European Community

- Perchè questo seminario?
  - In Europa, l'acciaio inox utilizzato nelle carrozze ferroviarie, ma più in generale nel parco macchine, è visto come un elemento del passato.



- Perchè questo seminario?
  - E' poi così corretto questo modo di pensare?



Photo: Van Hool



Photo: ThyssenKrupp Stainless



Photo: Bombardier



With support from the  
Research Fund for  
Coal and Steel of the  
European Community

- Perchè questo seminario?
  - Quali sono le potenzialità future?
  - L'utilizzo dell'acciaio inox che miglioramenti può apportare rispetto a:
    - Costi globali di costruzione ed utilizzo?
    - Sicurezza dal punto di vista di urto e incendio?
    - Impatto ambientale?



Photo: Centro Inox



Photo: Hochbahn

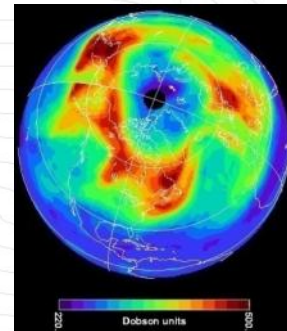


Photo: Euro Inox



Per approfondire meglio queste tematiche, negli ultimi anni, sono stati realizzati due progetti a parziale finanziamento europeo:

- “L'acciaio inox nella costruzione degli autobus: INOXBUS”
- “Sviluppo di carrozze alleggerite per treno e metropolitana tramite l'utilizzo di acciai inox altoresistenziali: DOLTRAC”



Photo: Hochbahn



With support from the  
Research Fund for  
Coal and Steel of the  
European Community

INSAPTRANS è un “Progetto di Valorizzazione”, basato su i due progetti menzionati. Con INSAPTRANS si vuole:

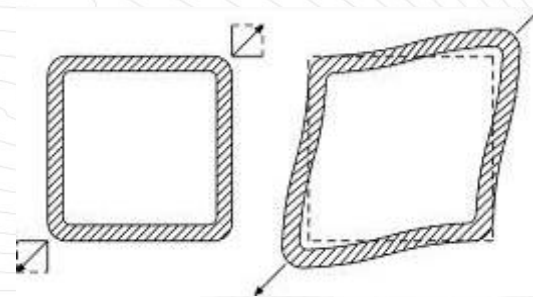
- Aggiornare I dati forniti nei due progetti precedenti
- Rendere I risultati disponibili per un pubblico tecnico molto vasto attraverso:
  - Un manuale in formato cartceo ed elettronico
  - 6 seminari. Nell’autunno 2008, sono stati organizzati seminari in Tuusula (Helsinki), Berlin, Warsaw, Lille, Labein (Bilbao) and Rome.

INSAPTRANS è parzialmente finanziato dalla Comunità Europea „Research Fund for Coal and Steel“



INSAPTRANS fornisce dati aggiornati su:

- Applicazione di diversi gradi di acciaio inox
  - Austenitici
    - Due CrNi gradi (1.4301 e 1.4318)
    - Un CrMn grado
  - Ferritico EN 1.4003
  - Proprietà meccaniche, resistenza alla corrosione, Life Cycle Cost, progettazione prodotto



INSAPTRANS fornisce informazioni aggiornate su:

- Soluzioni strutturali innovative, la loro realizzazione e caratterizzazione
  - Pannelli Sanwich
  - Strutture scatolate in acciai inox altoresistenziali



## Il gruppo di lavoro del progetto INSAPTRANS:

- Coordinatore: VTT
- Partners Industriali : Acerinox, ArcelorMittal Stainless Belgium, Outokumpu Stainless
- Centri di ricerca: Centro Sviluppo Materiali (CSM), Helsinki University of Technology (HUT, sub-contractor), OCAS
- Euro Inox, the European Market Development Association for Stainless Steel

Durata: dal 1° luglio 2007 al 31 Dicembre 2008



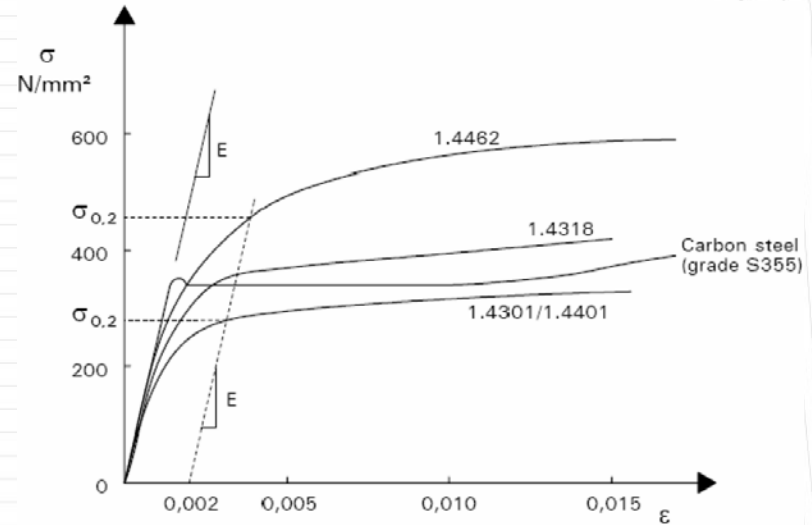
With support from the  
Research Fund for  
Coal and Steel of the  
European Community



- Problematiche della realizzazione delle strutture alleggerite
  - Piegatura, saldatura e giunzione meccanica di lamiere e tubi
- Proprietà delle strutture alleggerite
  - Proprietà delle strutture saldate e dei pannelli sandwich, proprietà di resistenza all'urto
- Analisi dal Life cycle
  - Valutazione del Life cycle per le strutture e per i materiali degli autobus



- Caratterizzazione Meccanica



Grade	Sheets (mm)				Hollow sections (mm)			
	2B		2H		RHS 50×20×1.0	SHS 40×1.5	SHS 100×3.0	CHS ø40×2.0
1.4301	1.5	3.0	1.5	3.0		HF	PAW	HF
304SP	1.0, 1.5	3.0	1.5	3.0	TIG	TIG	TIG	TIG
1.4003	1.5	3.0	-	-		HF	HF	HF
1.4318	-	-	1.0, 1.5 <sup>(1)</sup>	1.2, 1.9 <sup>(2)</sup>	TIG			
16-7Mn	1.5	3.0	1.5	-		LBW	-	HF

(1) Both thicknesses in 2H+C850 condition

(2) Both thicknesses in 2H+C1000 condition

- Caratterizzazione Meccanica

Material grade	cond.	Strength (N/mm <sup>2</sup> )	Sheet thickness (mm)			Hollow section (mm)	
			1.0	1.5	3.0	40×40×1.5	100×100×3.0
304SP	2B	R <sub>p0.2</sub>	338	336	347	463	481
		R <sub>m</sub>	682	660	673	706	713
304SP	2H	R <sub>p0.2</sub>		683	831		
		R <sub>m</sub>		998	977		
1.4301	2B	R <sub>p0.2</sub>		282	307	444	496
		R <sub>m</sub>		645	620	681	679
1.4301	2H	R <sub>p0.2</sub>		1142	590		
		R <sub>m</sub>		1240	795		
1.4318	C850	R <sub>p0.2</sub>	634	586			
		R <sub>m</sub>	956	935			
1.4318	C1000	R <sub>p0.2</sub>	790 <sup>(1)</sup>	890 <sup>(2)</sup>			
		R <sub>m</sub>	1008 <sup>(1)</sup>	1094 <sup>(2)</sup>			
16-7Mn	2B	R <sub>p0.2</sub>		390	393		
		R <sub>m</sub>		707	695		
16-7Mn	2H	R <sub>p0.2</sub>		965			
		R <sub>m</sub>		943			
1.4003	2B	R <sub>p0.2</sub>		369	429	429	451
		R <sub>m</sub>		478	557	497	492

(1)

Sheet thickness t = 1.2 mm

(2)

Sheet thickness t = 1.9 mm



With support from the Research Fund for Coal and Steel of the European Community

- Caratterizzazione Meccanica**

EN	AISI / UNS	$R_{p0.2}$ (N/mm <sup>2</sup> )		$R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )		A80 (%)		Global standardisation
		EN	Typical	EN	Typical	EN	Typical	
1.4301	304	230	280-300	540	600-700	45	50-60	Fully standardised
1.4372	201	350	350-420	750	650-800	45	45-60	Well established
1.4618	"201Cu"	(220)	300-400	(520)	550-700	(40)	40-60	Recently established
1.4597	"204Cu"	300	350-450	580	750-950	40	30-50	In progress
1.4509	S43940	250	280-350	430	500-600	18	20-30	Well established
1.4016	430	260	300-360	450	480-500	20	20-30	Fully standardised

Grade	Ni %	Cu %	Swift Cup Test / Limit Drawing Ratio					
			1.4	1.6	1.8	2.0	2.12	2.14
1.4301	8.1	0.5	+	+	+	+	+	+
"201Cu"	4.7	2.4	+	+	+	+	+	
1.4372	4.4	0.3	+	+	+	--	--	--
1.4372	3.6	0.3	+	+	--	--	--	--
"204Cu"	1.1	1.7	+	--	--	--	--	

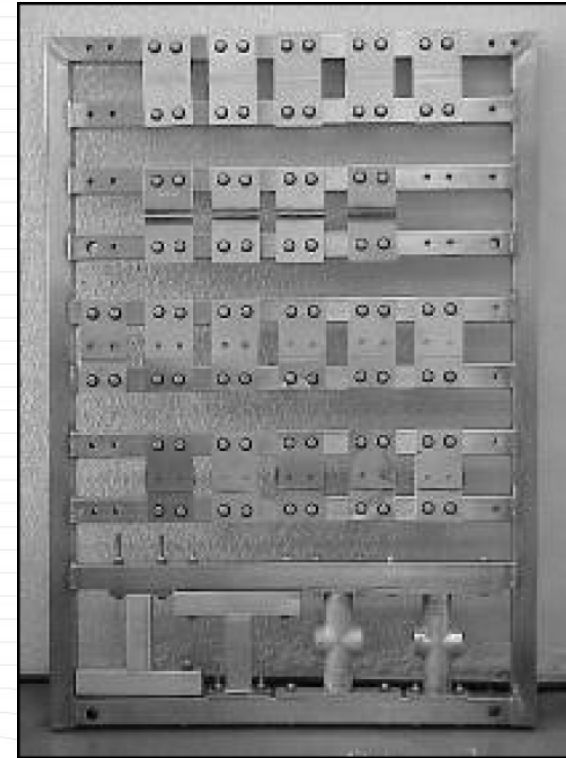
+ = Successful

-- = Delayed cracking



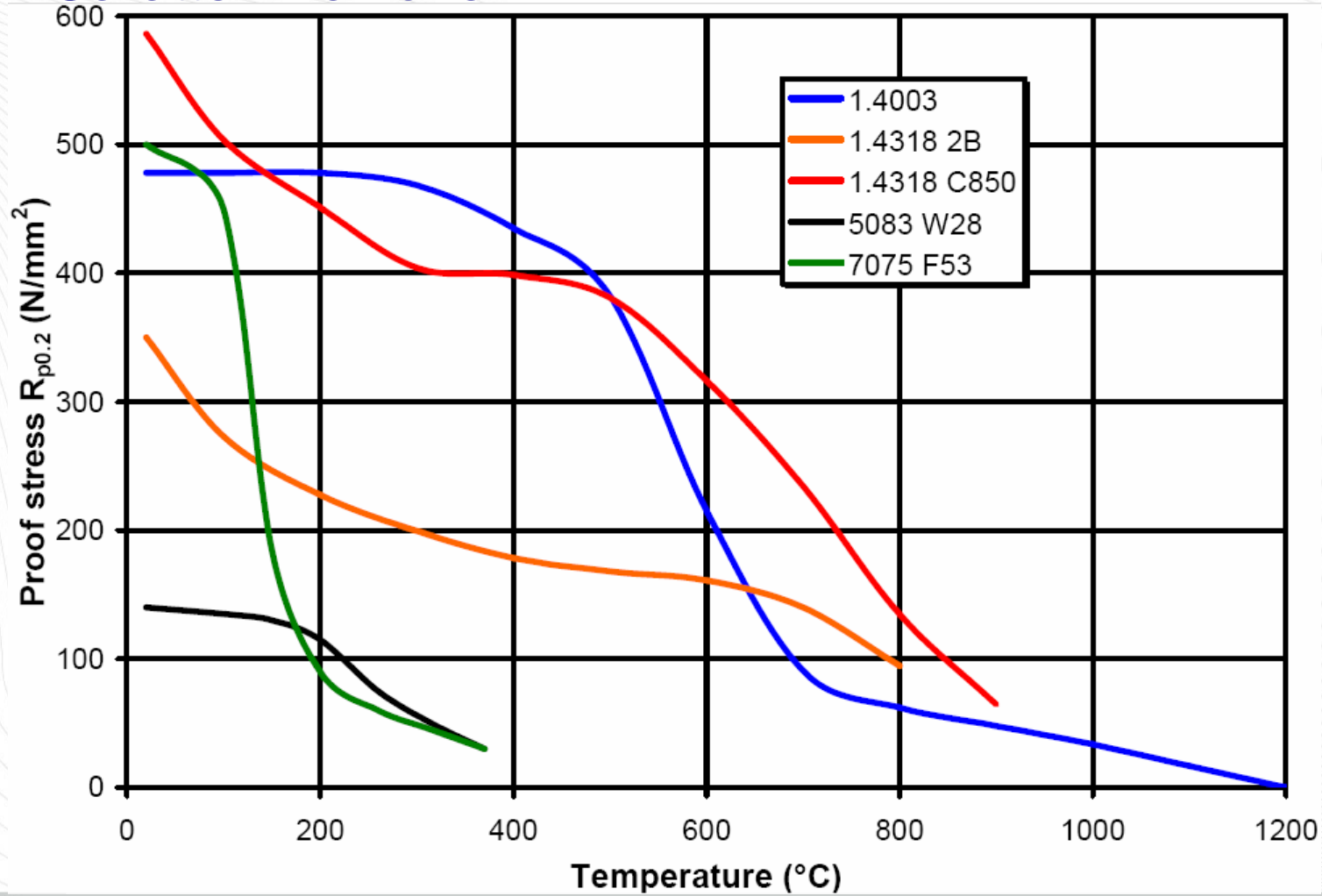
With support from the  
Research Fund for  
Coal and Steel of the  
European Community

- Test

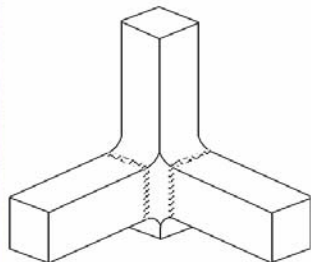


Location	Climate type	Vehicle type	Test duration (months)	Total distance (km)
Helsinki	urban with de-icing salt	local bus	23	87,040
Rome	urban inland	local bus	18	42,011
Bay of Gibraltar	marine	local bus	21	59,320
Spain (Madrid)	urban inland	coach	19	105,395

- **Caratterizzazione**



- Realizzazione



V-core



V<sub>f</sub>-core



I-core



O-core



With support from the  
Research Fund for  
Coal and Steel of the  
European Community

- Supporto per crash test , energia di urto 5.1 kJ @ 5.7 m/s
  - Cilindro con  $\varnothing$  230 mm di diametro come martello
  - testing a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$

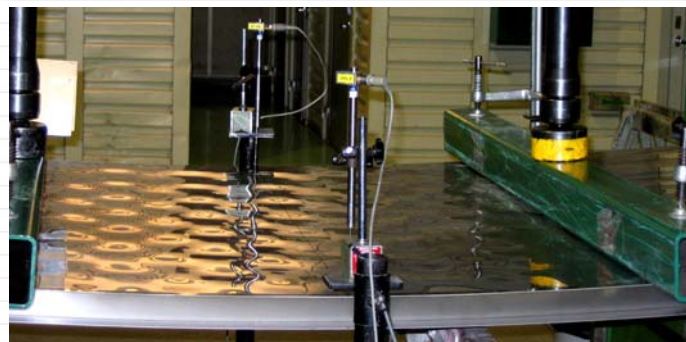


- Crash Test



With support from the  
Research Fund for  
Coal and Steel of the  
European Community

- Flessione a 4 punti



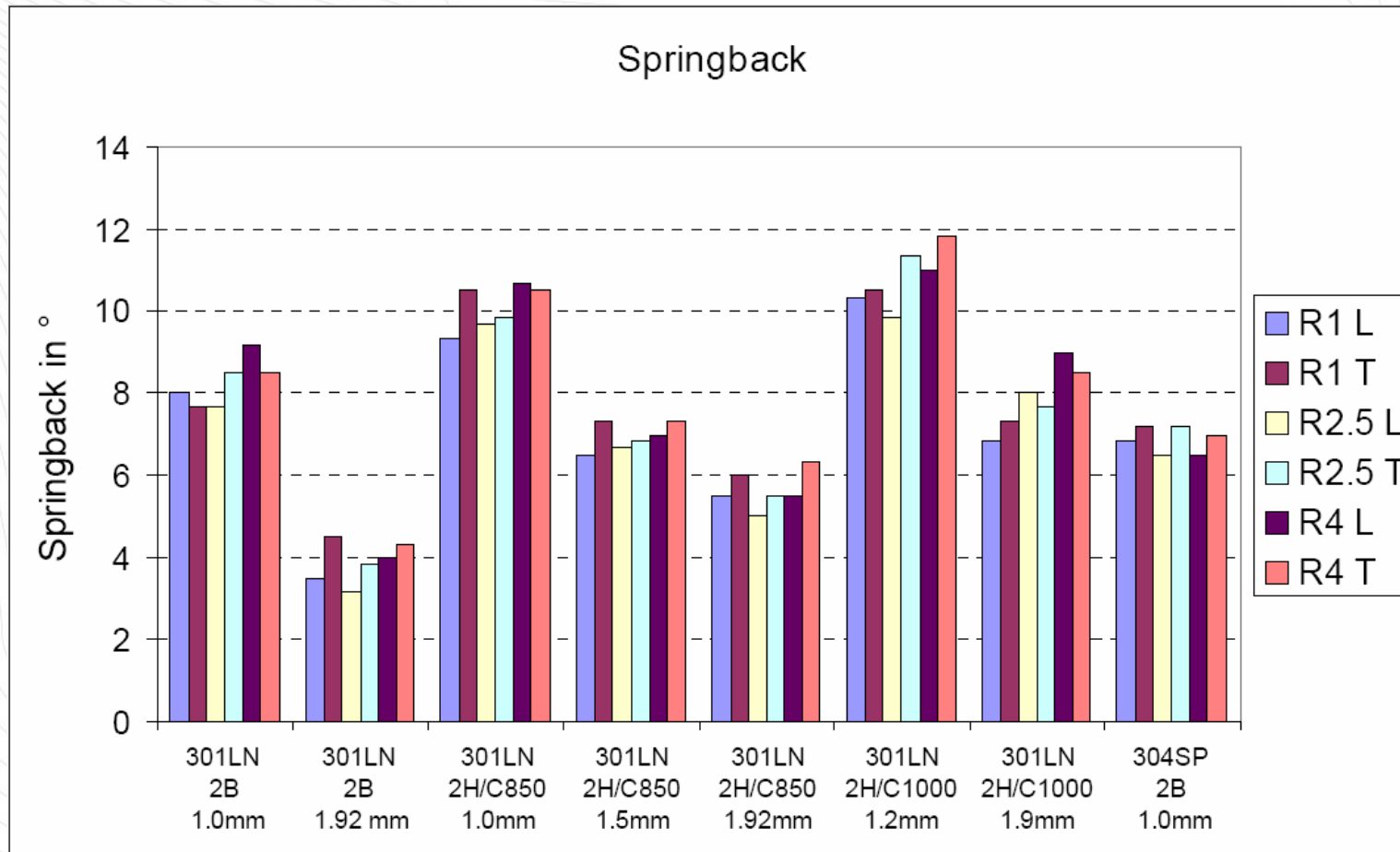
With support from the  
Research Fund for  
Coal and Steel of the  
European Community

- Piega e ritorno elastico

Material	Direction	Bending radius (mm)				
		R1	R1.5	R2	R2.5	R4
304SP 2B 1.0 mm	RD	OK	-	-	-	-
	TD	OK	-	-	-	-
1.4318 2B 1.0 mm	RD	OK	-	-	-	-
	TD	OK	-	-	-	-
1.4318 2H C850 1.5 mm	RD	OK	-	-	-	-
	TD	OK	-	-	-	-
1.4318 2H C1000 1.2 mm	RD	OK	-	-	-	-
	TD	OK	-	-	-	-
1.4318 2H C1000 1.9 mm	RD	OK	-	-	-	-
	TD	NOK	NOK	NOK	OK	OK



- Piega e ritorno elastico



With support from the  
Research Fund for  
Coal and Steel of the  
European Community

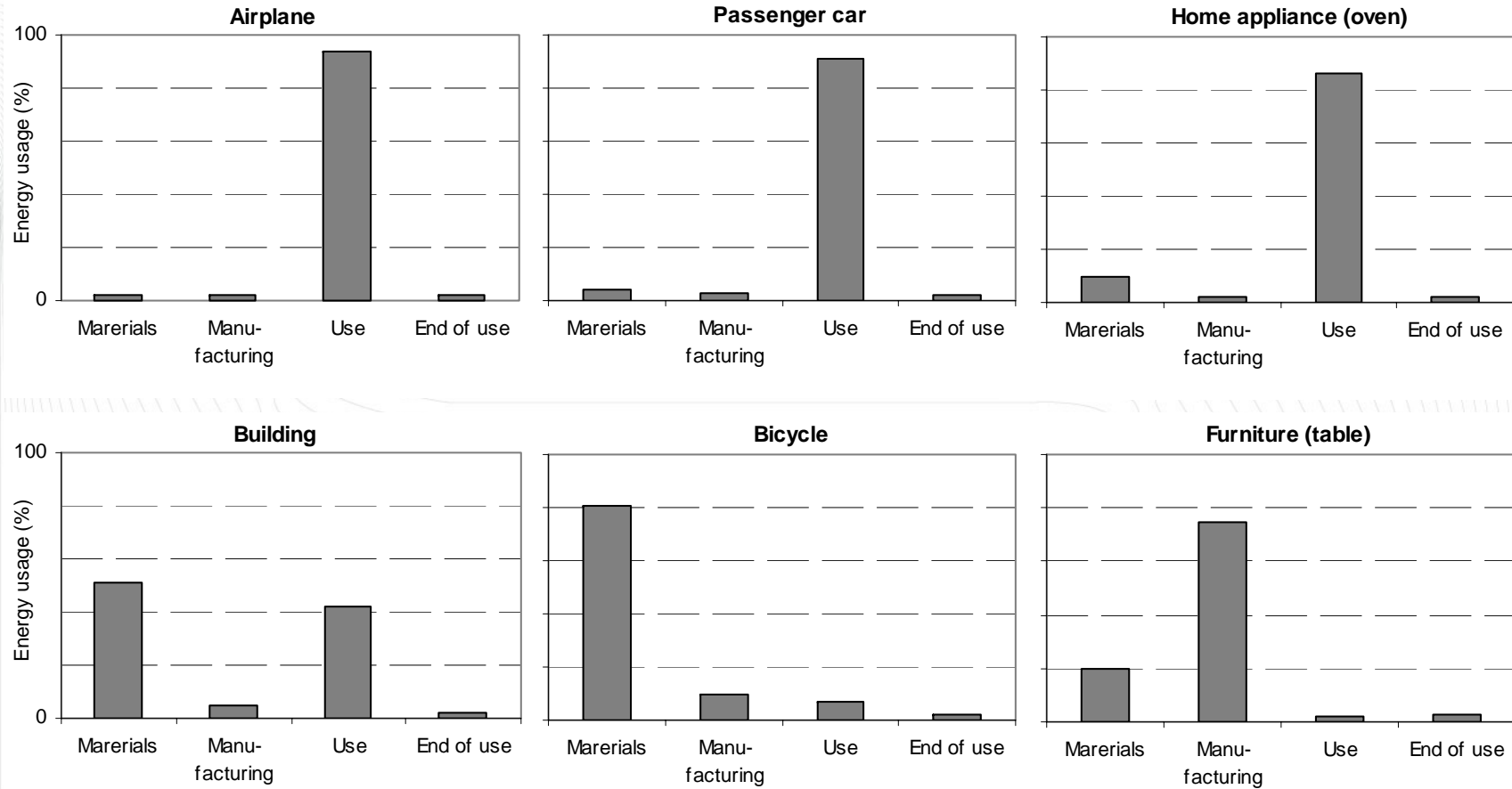
- Caratterizzazione**

**W = rotto sulla saldatura**

**BM = rotto sul materiale base**

Sample	Strength, Elongation (N/mm <sup>2</sup> ), (%)	304SP		1.4301		16-7Mn	1.4003
		2B	2H	2B	2H	2B	2B
BM	R <sub>p0.2</sub>	347	831	307	590	393	429
	R <sub>m</sub>	673	977	620	795	695	557
	A	51	14	56	30	51	24
MAG	R <sub>p0.2</sub>	352	514	311	456	395	335
	R <sub>m</sub>	651	726	626	664	671	452
	A	33	3	33	3	26	23
	failure	W	W	W	W	W	BM
PPAW	R <sub>m</sub>	617	722	588	594	703	445
	failure	W	W	W	W	W	BM
LBW	R <sub>p0.2</sub>			333	608		392
	R <sub>m</sub>	611	892	646	776		501
	A50			29	3		25
	failure	W/BM	W				





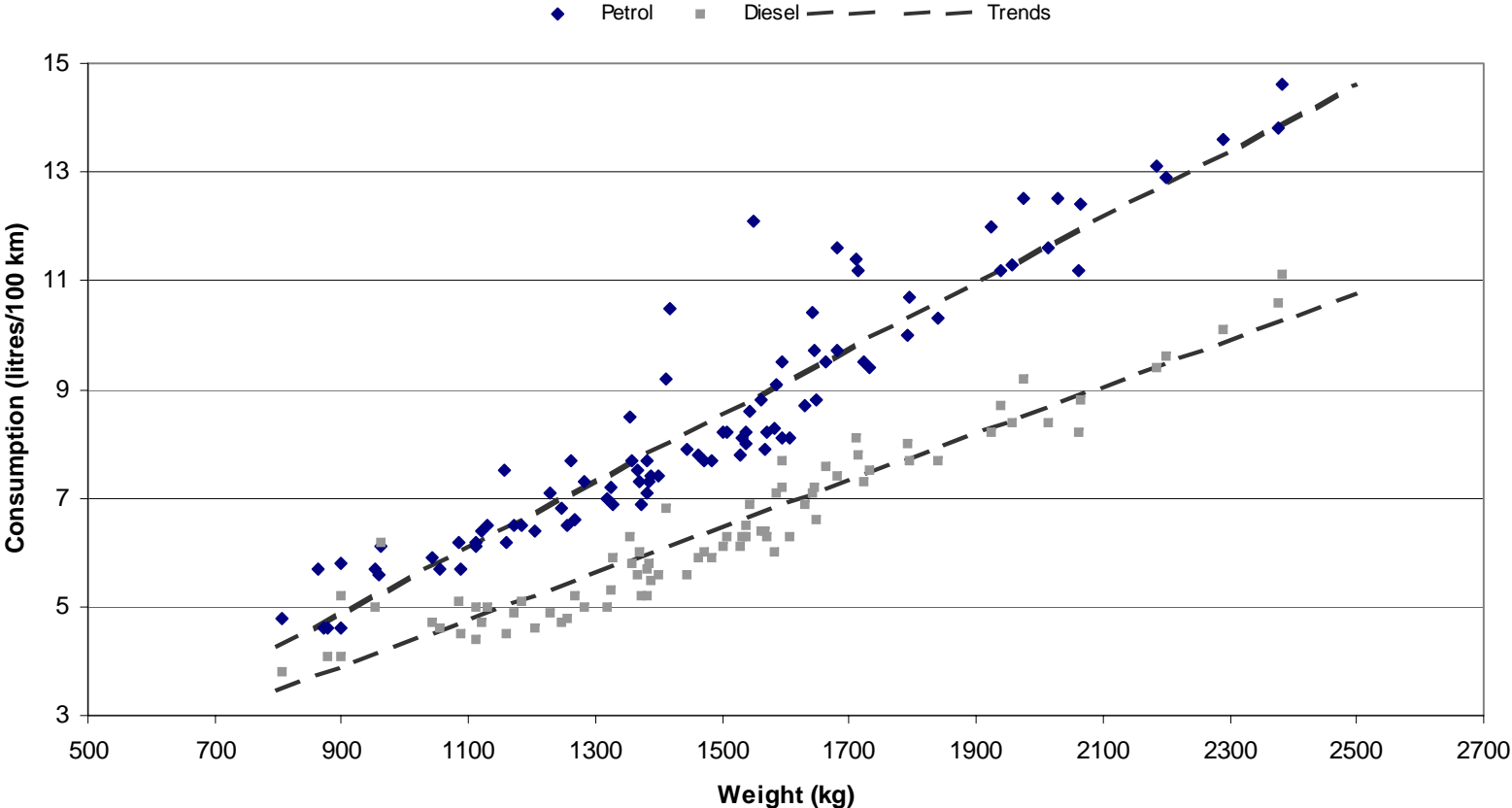
Source: M. F. Ashby: Materials selection in mechanical design



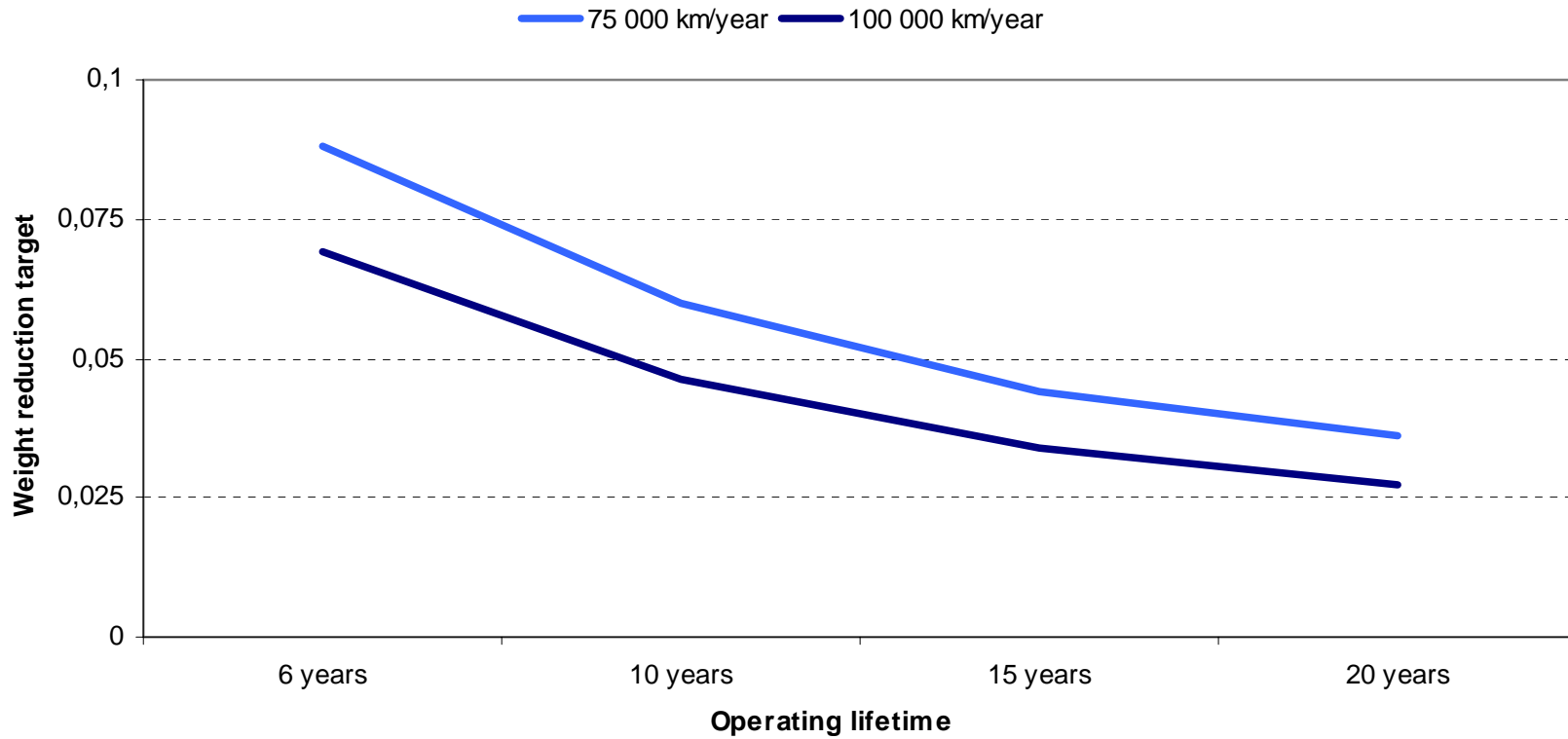
With support from the  
Research Fund for  
Coal and Steel of the  
European Community

### Fuel consumption of new passenger cars

(Germany 2006, KBA)



## Weight reduction that compensates high material costs (Fuel consumption 2 l/100 km per 1000 kg, no recycling credits)\*



\*(Discount rate 8%, fuel price 1.2 €/l with annual increase of 5%, difference in material cost is 1 €/kg )



With support from the  
Research Fund for  
Coal and Steel of the  
European Community

# *Grazie per la cortese attenzione*

... e non scordate gli autori originali:

Kyröläinen, A., Sánchez, R., Santacreu, P.-O., Picozzi, V. and Gales, A. 2003. Stainless steels in bus constructions. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, Technical Steel Research, Special and Alloy Steels, Report EUR 20884, ISBN 92-894-6635-9. 457 p.

Gales, A., Sirén, M., Säynäjäkangas, J., Akdut, N., van Hoecke, D. and Sánchez, R. 2007. Development of lightweight train and metro cars by using ultra high strength stainless steels. Office for Official Publications of the European Communities, Technical Steel Research, Report EUR 22837, ISBN 92-79-05526-3. 266 p.



With support from the  
Research Fund for  
Coal and Steel of the  
European Community

**INSAPTRANS**