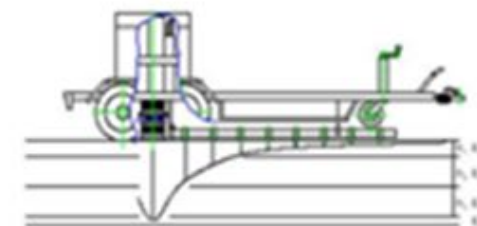
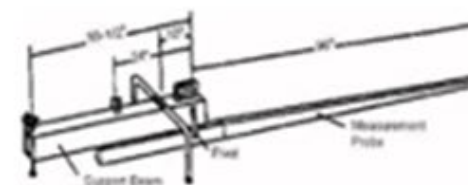


Metodbeskrivning för rullande deflektionsmätning

Metoddagen 5 feb 2026

Roger Nilsson, UHtag
Farhad Salour, Ivtu3

- Benkelman Beam (1952)
- LaCroix Deflectograph (1957)
- FWD (Late 1960s →)
- Danish Reflectograph (1972→)
- Curviamètre (1972→)
- Rolling Dynamic Deflectometer (1995→)
- RDT (1992-2006)
- HSD/TSD (2003 →)
- TSD (2010 →)
- RAPTOR (2017 →)



Färdplan för Vägteknik 2025-26



FÄRDPLAN

1 (21)

Skapat av (Efternamn Förnamn, org.)
[Skapat av NY]

Dokumentdatum
[Dokumentdatum NY]

Version
0.1

Fastställt av (person)
[Fastställt av person NY]

Färdplan för Vägteknik

Fyll i dokumentinformation i sidhuvudet enligt Rutin för ifyllande av dokumentinformation (TDOK 2010:46).

Gulmarkerad text är stödtext och exempel. Radera all gulmarkerad text i dokumentet när det är färdigt.

Innehållsförteckning

1. Inledning och utgångspunkter	2
2. Ämnesområdet Vägtekniks omfattning	3
3. Definitioner	4
4. Mål	4
5. Aktiviteter och leveranser	7
6. Kalkyl	19
7. Organisation	20
8. Färdplanens bidrag till kostnadseffektivitet	21
9. Referenser	21
Versionslogg	21

158631125 Metodbeskrivning för rullande deflektionsmätning	Mot bakgrund av att tekniken med rullande deflektionsmätningar nu nått mognad så att den kan börja användas i projekt behöver en metodbeskrivning tas fram. Detta arbete <u>påbörjades</u> under 2024. Arbetet görs tillsammans med Roger Nilsson, UHt.	2026
	Farhad Salour, 75 h Roger Nilsson, 75 h	

Kontaktyta Samarbete och samverkan med intressenter

Tidplan:

jan-sep 2025: Ta fram första utkastet

15 aug-15 sep 2025: Internt remiss

15 sep-1 okt 2025: Genomgång och bearbetning av interna synpunkter

15 okt -15 nov 2025: Externt remiss

MB för Rullande deflektionsmätning

Syfte

- Ta fram en metodbeskrivning för utvärdering av vägkonstruktionens bärighet med hjälp av rullande bärighetsmätning.

Varför

- Tekniken med rullande deflektionsmätningar har nu nått mognad så att den kan börja användas i projekt och det saknas en metodbeskrivning.
- Underlätta upphandling.

Omfattning

- Den beskriver mätningsmetod, anger krav på utrustning, mätningens omfattning och procedur samt analys och rapportering av mätresultat.

Tidplan och arbetet

Ansvariga:

Farhad Salour, IVtu3 och Roger Nilsson, UHt

Kontaktyta:

Samarbete och samverkan med intressenter (leverantörer, Statens vegvesen, Vejdirektoratet..)

Tidplan

1 jan- 15 aug 2025: Ta fram första utkastet

15 aug-15 sep 2025: Internt remiss

15 sep-15 okt 2025: Genomgång och bearbetning av interna synpunkter

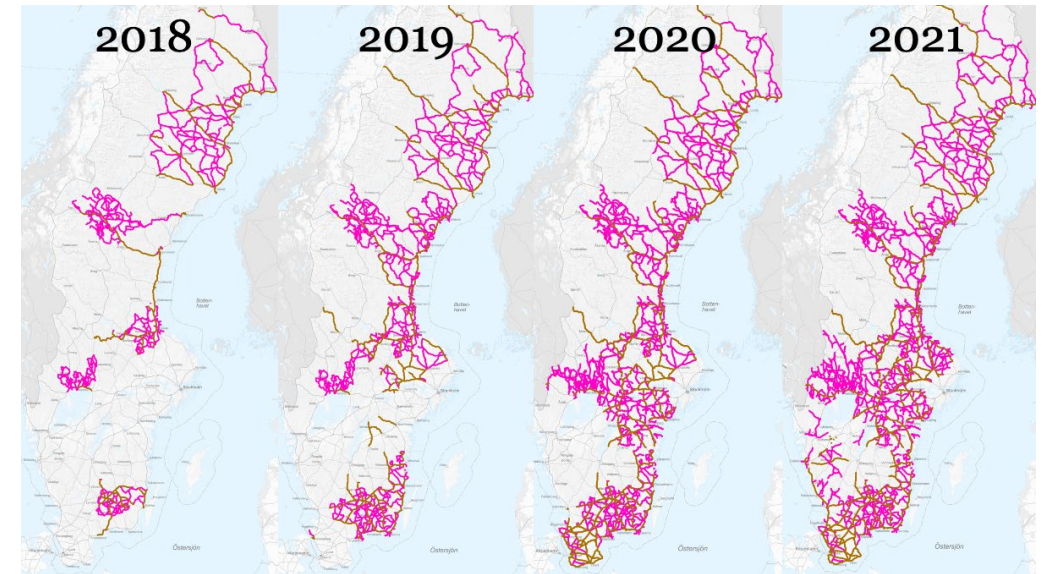
15 okt -15 nov 2025: Externt remiss

Användningsområde

- **I projekt och på objektsnivå**
 - Bärighetsutredning i förstärknings- och breddningsprojekt
 - Utredning av färdvägar för extraordinära transporter, +200t
 - Detektera och särskilja partier med låg respektive hög bärighet
 - Underlag till projektering och beslut om åtgärder
 - Utvärdera effekten av genomförda bärighetsförbättrande åtgärder/uppföljning av kontrakt
 - Verifiering av åtgärder vid ÖFT och under garantitiden
 - Underlag vid bärighetskontroll och hantering av tvist
 - Skadeutredningar

Användningsområde

- **Planering**
 - Analys av sträckor inför öppning för t.ex. BK4
- **Forskning och Innovation**
 - Uppföljning av försökssträckor
 - Utvärdering av olika åtgärdseffekter



BK4-vägnätets utveckling från 2018 till 2021 (Skogforsk).

Användningsområde

- **I Pavement Management System och på vägnätetsnivå**
(som komplement till befintliga analysmetoder)
 - Analyser av nuvarande bärighetstillstånd och tillståndsutveckling
 - Bärighetsklassning av vägar och planering av belastningsrestriktioner
 - Underlag till beslut om åtgärder
 - Underlag till planering av underhållsåtgärder
 - Ökad förståelse av tillståndet i vägkroppen
 - Detektera och särskilja partier med låg respektive hög bärighet
 - Dispens- och extraordinära transporter

Innehållsförteckning

Syfte

Omfattning

Definitioner

- 1 Orientering**
- 2 Utrustning och mätningsskrav**
- 3 Validering, kalibrering och kontroll**
- 4 Mätningens omfattning**
- 5 Analys och bearbetning av deflektionsdata**
- 6 Beställning och redovisning**
- 7 Referenser och rekommenderad litteratur**

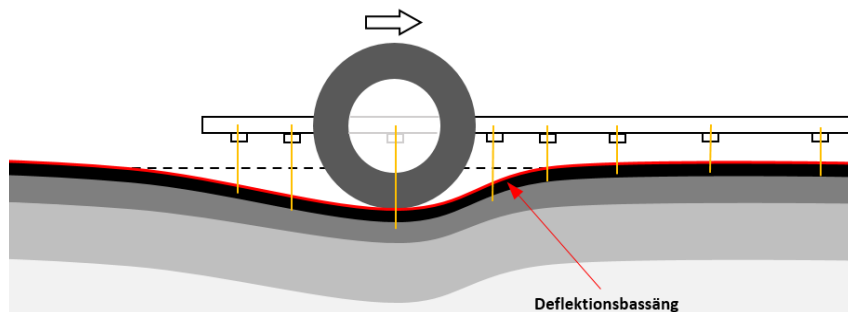


1 Orientering

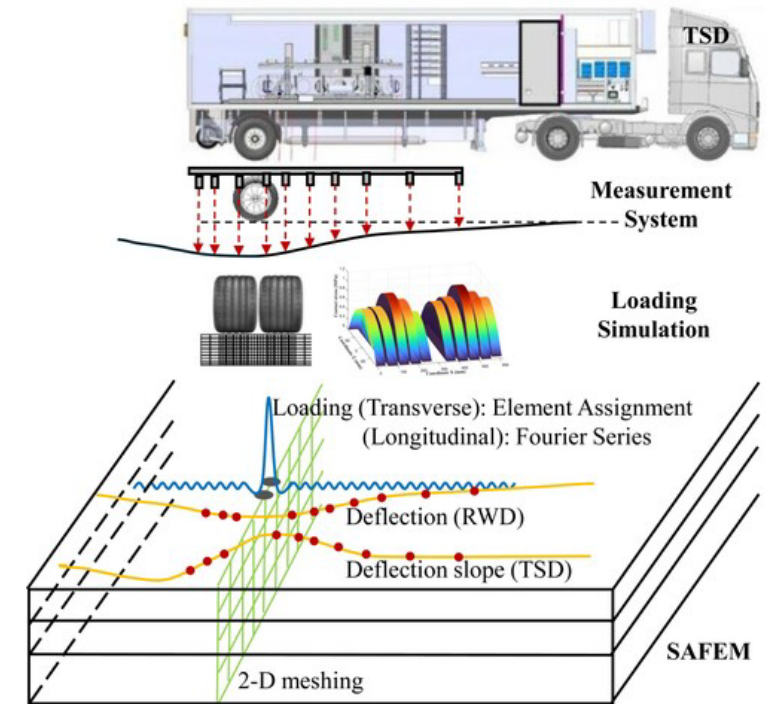
En rullande deflektionsmätningssystem är ett instrumenterat fordon som åstadkommer en belastning på vägytan under färd, vanligtvis med hjälp av en instrumenterad 10-ton singelaxel.

Singelaxeln kan ha både par- eller singelmonterade hjul.

Vägytans deflektionsrespons under belastningen från axelpassagen registreras kontinuerligt i flera punkter på valda avstånd från belastningen för att generera en deflektionsbassäng. Deflektionsbassängens form är en funktion av vägkonstruktionens ingående lager och dess egenskaper.



Schematisk bild av en rullande deflektionsmätning och deflektionsbassäng.



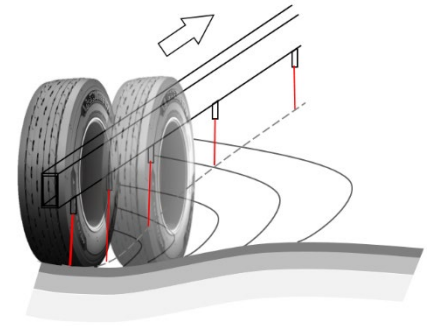
[Shen K et. al. 2025.](#)

2 Utrustning och mätningsskrav

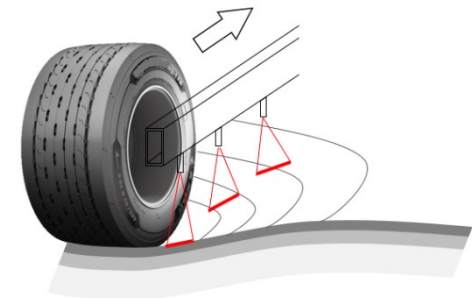
2.1 Rullande deflektionsapparater

Huvudkomponenter:

- Deflektionsmätningssanordning: mäter vägytans deflektion och/eller deflektionshastighet under färd orsakad av hjullasten.
- Instrumenterad axel: singelaxel med en definierad statisk last utrustad med ett mätsystem som kontinuerligt mäter de dynamiska lasterna under färd.
- Avståndsmätare (DMI, distance measuring instrument): Ett instrument för hastighets- och avståndsmätning.
- Vikt: används för att kunna ändra axellastens storlek hos den instrumenterade axeln.



Deflektionsmätning med linjära lasrar



Deflektionsmätning med linjär-lasrar

2 Utrustning och mätningsskrav

2.1.1 Generella krav på utrustning

- Axellast, lastsensorer för mätning av dynamiska laster, antalet sensorer, klimatkontrollutrustning för att minimera temperaturvariationers störningseffekt

2.1.2 Deflektionsmätutrustning

- Krav på noggrannhet och placering

2.1.3 Positioneringsutrustning

- Kravet på noggrannhet

2.1.4 Temperaturmätutrustning

- Upplösningen och noggrannheten

2.2 Mätningsskrav och mätprocedur

- Mätpersonal, vägyta- och väderförhållande, hastighet, trafiksituation, temperatur,..

3 Validering, kalibrering och kontroll

3.1 Validering

För att erhålla tekniskt godkännande av mätmetod och utrustning krävs att ett av leverantörens mätfordon genomgått validitetstest.

3.2 Kalibrering

Kalibrering av givare för mätning av deflektionsrespons, dynamiska laster, temperatursensorer, positioneringsutrustning för att säkerställa kvalitén på mätningen.

3.3 Kontroll

För att behålla det tekniska godkännandet och säkerställa kvaliteten på de data som samlas in under en bestämd mätperiod.

Bärighetsmått	Vägkategorier		
	Små vägar	Mellanstora vägar	Stora vägar
Ytmodul, MPa	220–350	350–500	500–600
SCI, μm	280–400	125–280	75–125
Undergrundsmodul, MPa	50–100	25–100	40–100

4 Mätningens omfattning

4.1 Mätklass

Vägarnas tillstånd och Trafikverkets mål med inventeringsarbete varierar. Mätningens omfattning ska alltid anpassas så att resultatet blir representativt för det undersökta objektet.

4 mätklasser (MK) med fördefinierad omfattning för att underlätta beställning:

MK 1 – Vägnetsmätning samt översiktlig undersökning av objekt med liten variation

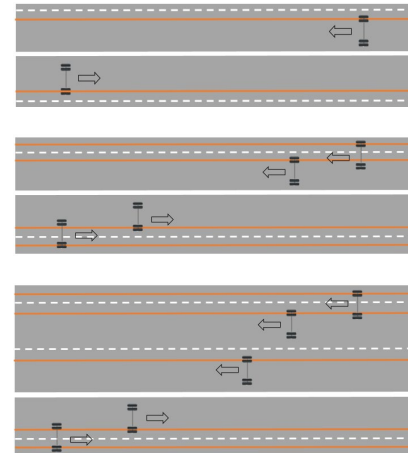
MK 2 – Undersökning av objekt med eventuellt varierande konstruktion

MK 3 – Detaljerad undersökning av objekt med varierande konstruktion

MK 4 – Forskning och utveckling

4.2 Mätillägg

Georadarmätning, andra belastningsnivåer, etc.



5 Analys och bearbetning av deflektionsdata

5.1 Granskning och uteslutning av data

Upptäcka data som innehåller uppenbara felaktigheter, eller inte passar vald analysmodell. I så fall ska data uteslutas ur analysen eller analysmodellen omprövas.

5.2 Deflektionsbassängsparametrar, bärighetsmått, ytmodul och undergrundsmodul

5.3 Beräkning av beläggningsens temperatur

$$T_d = \beta_0 + \beta_1 \cdot IR + [\log(d) - 1,25] \cdot [\beta_2 \cdot IR + \beta_3 \cdot T_{(1-dygn)} + \beta_4 \cdot \sin(tim_{18} - 15,5)] + \beta_5 \cdot IR \cdot \sin(tim_{18} - 13,5) \quad [5-3]$$

Tabell 5-2 Modellparametrar för BELLS modell kalibrerad för Sverige. Kalibreringen är Abubeker Ahmeds arbete på VTI (inväntar referens)

β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
0,7747	1,0454	-0,5457	0,6000	2,1081	-0,0367

Parameter	Formel	Beskrivning
Största Deflektion, D_0 [μm]	Deflektionen i belastningscentrum (direkt under det belastande hjulet)	En indikation på hela väggkroppens styvhet, där det största bidraget kommer från undergrunden.
Surface Curvature Index, SCI [μm]	$SCI = D_0 - D_{300}$	Ett mått på styvheten hos den övre delen av väggkonstruktionen. Används för relativ jämförelse. Ju lägre värde på SCI desto styvare konstruktion.
Base Damage Index, BDI eller Middle Layer Index, MLI [μm]	$BDI = D_{300} - D_{600}$	Ett mått på styvheten hos den mellersta delen av väggkonstruktionen. Används för relativ jämförelse. Ju lägre värde på BDI desto styvare konstruktion.
Base Curvature Index, BCI eller Lower Layer Index, LLI [μm]	$BCI = D_{600} - D_{900}$	Ett mått på styvheten hos den nedre delen av väggkonstruktionen. Används för relativ jämförelse. Ju lägre värde på BCI desto styvare undergrund.

5 Analys och bearbetning av deflektionsdata

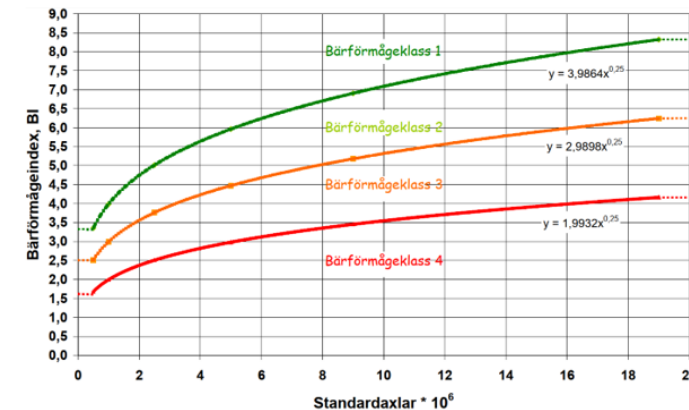
5.5 Klassning av bärförmåga

Bärförmågeklass 1 är jämförbar med bärförmågan hos konstruktioner med GBÖ som har dimensionerats enligt TRVINFRA-00224 .
Bärförmågeklass 4 är bara aktuell för mycket svårt skadade vägar.

5.6 Passningsräkning

Vägledning för uppskattning av E-moduler för vägens konstruktiva lager och undergrunden med hjälp av deflektionsdata.

Krav på passningsräkningens resultat samt korrigering av beläggingsmodul baserat på beläggningens temperatur och tillstånd.



5 Analys och bearbetning av deflektionsdata

5.7 Analyspaket

Analyspaket 1:

Deflektionsbassäng (uppmätta och temperaturkorrigerade deflektioner) $SCI, BCI, BDI, E_0, E_u, \varepsilon_{a,T}, \varepsilon_{a,10}$.

Analyspaket 2:

Deflektionsbassäng (uppmätta och temperaturkorrigerade deflektioner) $SCI, BCI, BDI, E_0, E_u, \varepsilon_{a,T}, \varepsilon_{a,10}, BI$.

Analyspaket 3:

Deflektionsbassäng (uppmätta och temperaturkorrigerade deflektioner) $SCI, BCI, BDI, E_0, E_u, \varepsilon_{a,T}, \varepsilon_{a,10}, BI$ och passningsräkning av E-moduler för ingående lager i väggkroppen.

Analyspaket 4:

Avancerade analyser och modeller där beställaren i förväg definiera omfattningen på analyser och modeller (används ofta i forskningsuppdrag, särskilda utredningar och uppföljningsmätningar).

6 Beställning och redovisning

6.1 Beställning

Objektets namn, start och stopp enligt NVDB, omfattning av undersökningen (mätklass), analys och bearbetning av deflektionsdata (analyspaket), tidplan med önskat datum för mätning och leverans.

6.2 Redovisning

- Kartskiss över start- och slutpunkt med skalangivelse,
- Objektbeskrivning med vägnummer/referensnamn, mätningsnummer, mätlinje (vid mätning av flera körfält), start/stopp i NVDB-längd samt koordinatform, mätlängd och eventuella avvikelser,
- Mätutförande (kortfattad beskrivning),
- Använd utrustning och kalibreringsintyg,
- Datum för mätning samt beskrivning av väderleksförhållanden under mätningen,

6 Beställning och redovisning

6.2 Redovisning

- Bilder eller video från mätningstillfällen
- Deflektionsbassäng och deflektionsparametrar enligt beställt analyspaket
- Axellaster (höger och vänster)
- Luft- och beläggningsytans temperatur
- Fordonshastighet
- Tidsstämpel
- Mättingsanmärkningar som kan ha betydelse för utvärdering av mätresultat
- Sammanfattning av resultatet med information om eventuella avvikelser eller svårigheter vid bearbetning av mätdata inklusive grafisk redovisning av resultatet,
- Rådatafiler från mätningen, i format enligt ASCII eller ANSI som är läsbart med konventionella programvaror.

Tidplan

15 okt -15 nov 2025: Externt remiss via Metodgruppens utskott för oförstörande fältmätningar (ca. 140 synpunkter).

Remissvar								
Övrigt till svarat växas tillbaks: Komplettera flömet med organisation och svarstid (dåmnd)								
Namn på dokumentet som remissen avser:		Utvärdering av vägkonstruktioners bärighet med rullande deflektionsmätning						
Bevaras senast:		2025-11-11						
Sems skickas till:								
Remissvarens lämnade av (namn, org):								
Organisations svar								
Synpunkt nr	Kapitel/rubrik	Stycke	Noviserande text	Förslag på ny text	Motiv till förslaget	Fråga	Ställningstagande	Återkoppling på remissynpunkterna
								Ändring / Ingen ändring
1		4	Deflektionen under det belastande hjulet, s.k. centrundeflektionen, påverkas av alla ingående lager konstruktions.		Saknas ett "I" mellan orden lager och konstruktionen i mening.			
1		Andra	Vägrans deflektionshastighet mäts med hjälp av flera lasrar som sätter på en bakåtläsa det belastande hjulet så att en deflektionsbassäng kan genereras.	Vägrans deflektionsrespons mäts med hjälp av flera lasrar som sätter på en bakåtläsa det belastande hjulet så att en deflektionsbassäng kan genereras.	Endast LDV-baserade T500er mäter deflektionshastighet direkt. Andra "deflektionshastighet" till "deflektionsrespons".	ARB		
1		Figur 1 och Andra	Vägrans deflektionshastighet/deflektion under belastningen från axelpassagen registreras kontinuerligt, dvs under hjulets belastningscentrum (rakt under det belastande hjulet).		Figur 1 och texten 2.1, bör ändras för LDV-top system, så att ingen laser är direkt centrerad på det belastande hjulet/axeln. Detta är inte möjligt eftersom axeln är i vägen för laserstrålen.	ARB		
2.1			En rullande deflektionsmätningssystem är ett fordon som beståddelom en belastning på vägrän som normalt sätt motoriserat hjuldrift från en standardaxel med hjälp av en 10-ton bakaxel som sätter i en lastbil.	En rullande deflektionsmätningssystem är ett instrumenterat fordon med en belastning på vägrän som motoriserat ett fordon som används för dimensionering med avseende på bärighet.	Detta skulle behöva att nämnas att lasarna från lasrar mäter med en offset från det bestämda hjulet och att T50 mäter i mittlinjen på mellansidan. Laserns mätavstånd från mitten av dubbel- eller enkelhjul måste anges med x-y koordinater [mm] där x-axeln =	AFVY		
2.1			Vägrans deflektionshastighet/deflektion under belastningen från axelpassagen registreras kontinuerligt, dvs under hjulets belastningscentrum (rakt under det belastande hjulet), dvs i flera punkter på valda avstånd från hjulets belastningscentrum.		Flera punkter på valda avstånd från hjulets belastningscentrum. Givarna kan vara avstånd, eller som derivat av avstånd, dvs hastighet eller dubbel derivat som acceleration.	AFVY		
2.1			Vägrans nedböjning uppmäts i belastningscentrum och i andra punkter på olika avstånd därifrån skapar deflektionsbasängen.		Med hjälp av vägrans nedböjning uppmäts i tillräckligt många punkter kan man skapa en bild av deformationen från lasten en så kallad deflektionsbasäng.	AFVY		
2.1			Deflektionsmätningssystem. En anordning som mäter vägrans deflektion och/eller deflektionshastighet under ferd oroad av hjulasten.		Deflektionsmätare. En anordning som under ferd direkt mäter vägrans deflektion runt en belastning eller basemeter deflektionen genom integration.	AFVY		
2.1			Individerad statisk last. En singelaxel med en definierad statisk last. Axeln är utrustad med ett mätssystem som kontinuerligt mäter de dynamiska lasterna under ferd.		Individerad axel. En singelaxel med en definierad statisk last. Axeln är utrustad med ett system som kontinuerligt mäter de dynamiska lasterna under ferd.	AFVY		

Hantering och bearbetning av externa synpunkter: pågår

Beräknad publicering: juni 2026



Tack för uppmärksamheten!