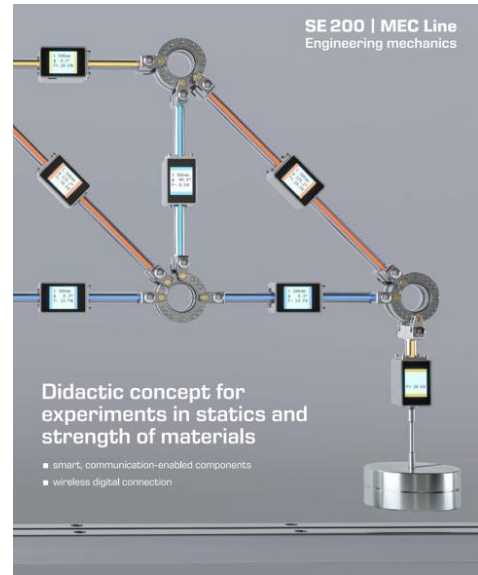


## Happé & van Rijn BV

Herengracht 457E  
1017 BS Amsterdam  
Tel. : 020-6254769  
Mobiel : 06-53957531  
Email : [info@happevanrijn.com](mailto:info@happevanrijn.com)  
Internet : [www.happevanrijn.com](http://www.happevanrijn.com)



## SE 200 MEC-lijn Experimenten voor statica en materiaalbeproeving

### Beschrijving MEC-lijn

De SE 200 MEC-line is een verzameling didactische hulpmiddelen voor ondersteuning van de theorie in de sterkteleer. Door middel van 7 verschillende type onderdelen kunnen in steeds wisselende samenstelling en aantallen 10 gerichte experimenten of variaties daarop worden ondersteund.

### De Experimenten

#### Krachten en vervormingen in een vakwerk

SE 200.01 MEC – Krachten in vakwerk

#### Bruggen, liggers en bogen

SE 200.02 MEC - Krachten op een hangbrug

SE 200.03 MEC - Parabolische boogbrug

SE 200.06 MEC - Driescharnierboog

SE 200.07 MEC - Gerberligger Statistische en kinetische wrijving

SE 200.04 MEC - Wrijving op het hellende vlak

#### Krachten en momenten

SE 200.05 MEC - Kabelkrachten en katrolblokken

#### Stabiliteit en knik

SE 200.08 MEC - Knik Elastische en permanente vervormingen

SE 200.09 MEC - Vervorming van spanten

SE 200.10 MEC - Torsie van staven

### Accessoires /instrumenten voor de experimenten

SE 200.21 MEC - Steun  
 SE 200.22 MEC - Lasteenheid  
 SE 200.23 MEC - Afstandsmeting  
 SE 200.24 MEC - Verticale last  
 SE 200.25 MEC - Last  
 SE 200.26 MEC - Lijnlast  
 SE 200.27 MEC - Stavenset

## Relatie experimenten en benodigde accessoires/instrumenten

### Accessoires

| SE 200<br>MEC – Frame<br>All experiments<br>are set up in the<br>mounting frame | SE 200.01<br>Forces in<br>trusses | SE 200.02<br>Forces on a sus-<br>pension bridge | SE 200.03<br>Parabolic arch<br>bridge | SE 200.04<br>Friction on the<br>inclined plane | SE 200.05<br>Cable forces and<br>pulley blocks | SE 200.06<br>Three-hinged<br>arch | SE 200.07<br>Gerber beam | SE 200.08<br>Buckling | SE 200.09<br>Deformation<br>of frames | SE 200.10<br>Torsion<br>of bars |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| SE 200.21<br>Support                                                            | 2                                 | 2                                               | 2                                     | –                                              | min. 1<br>max. 2                               | 2                                 | 2                        | 1                     | 2                                     | –                               |
| SE 200.22<br>Load unit                                                          | max. 2                            | –                                               | –                                     | –                                              | –                                              | –                                 | –                        | 1                     | 1                                     | –                               |
| SE 200.23<br>Distance measurement                                               | max. 1                            | –                                               | max. 1                                | –                                              | –                                              | –                                 | –                        | 1                     | 1                                     | –                               |
| SE 200.24<br>Vertical load                                                      | min. 1<br>max. 2                  | –                                               | max. 1                                | –                                              | min. 1<br>max. 2                               | max. 1                            | max. 1                   | –                     | 1                                     | –                               |
| SE 200.25<br>Load<br>(See of 5)                                                 | –                                 | min. 1<br>max. 2                                | min. 1<br>max. 2                      | –                                              | –                                              | min. 1<br>max. 2                  | min. 1<br>max. 2         | –                     | –                                     | –                               |
| SE 200.26<br>Line load<br>(See of 5)                                            | –                                 | max. 1                                          | max. 1                                | –                                              | –                                              | max. 1                            | max. 1                   | –                     | –                                     | –                               |
| SE 200.27<br>Bar set                                                            | any<br>quantity                   | –                                               | –                                     | –                                              | –                                              | –                                 | –                        | –                     | –                                     | –                               |

- Accessoires van de MEC-lijn kunnen modulair worden gecombineerd voor het opzetten en uitbreiden van de experimenten.
- GUNT Media Center, digitale vaardigheden ontwikkelen, informatie ophalen uit digitale netwerken.
- E-learning cursus met basiskennis en een gedetailleerde presentatie van de experimentprocedure en boeiende animaties.
- Gegarandeerd leersucces door middel van digitale werkbladen

## Deel A De Experimenten

### SE 200 MEC Opbouwframe met slimme dataconnectie

### SE 200 MEC Frame & digital smart



#### SE 200 Beschrijving

Een innovatief kenmerk van de GUNT MEC-lijn is de integratie van slimme, communicatieve componenten met dynamische software. De serie combineert intuïtief mechanische experimenten met digitale lesmethoden.

Het robuuste SE 200 roestvrijstalen montageframe wordt met snelsluitingen gemonteerd, zonder gereedschap.

De dataoverdracht en voeding van de slimme componenten vindt direct en draadloos plaats via het montageframe.

Alle testopstellingen vereisen slechts één Power-BUS-kabel, die het montageframe via plug & play met de mastermodule verbindt. Alle gegevens van de experimenten worden daar verzameld en via een USB-verbinding naar de GUNT-software doorgestuurd.

De slimme, communicatieve componenten, zoals staven, lasten of steunen, zijn uitgerust met een elektronische module voor data-acquisitie en meetwaardeweergave. Eenmaal gepositioneerd, worden hun exacte positie en oriëntatie automatisch geïdentificeerd en zowel numeriek als grafisch weergegeven in de GUNT-software.

De testresultaten worden eveneens grafisch weergegeven in de GUNT-software. De meetgegevens worden op een pc opgeslagen en verder verwerkt.

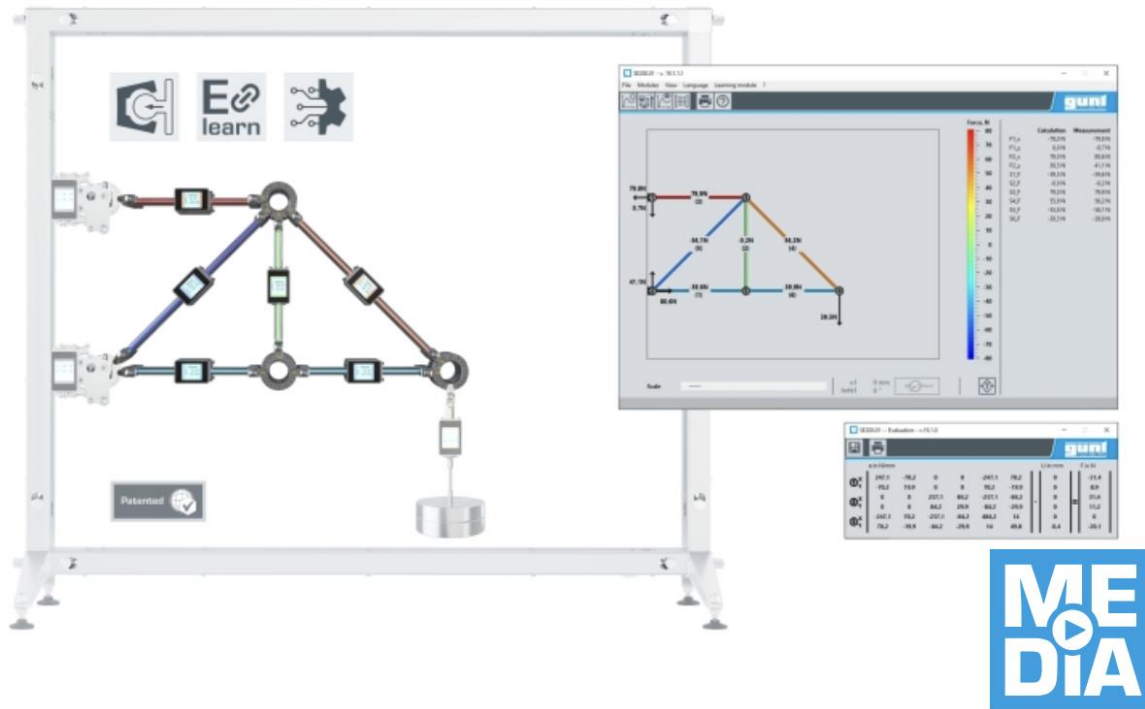
De accessoires in de serie zijn modulair te combineren, waardoor experimenten naar wens kunnen worden opgezet en uitgebreid. Uitgebreid didactisch multimediaal lesmateriaal voor de hele serie is gratis online beschikbaar in het GUNT Media Center.

## Kenmerken

- Montageframe voor slimme, communicatieve componenten voor experimenten in de technische mechanica
- Plug & Play: draadloze en digitale verbinding van componenten, automatische positie- en oriëntatieherkenning
- Kliksysteem voor eenvoudige opstelling en aanpassing van experimenten

## SE 200.01 Krachten in een vakwerk

## SE 200.01 Forces in trusses



### SE 200.01 Beschrijving

Dit experiment onderzoekt krachten in een vakwerk en de gevolgen zoals vervorming. Vakwerkliggers zijn staafconstructies waarbij de staven alleen op druk of trek worden belast, maar niet op buiging. SE 200.01 bevat diverse slimme, communicatie-ondersteunde staven, uitgerust met elektronische modules voor data-acquisitie en weergave van meetwaarden.

De experimentele opstelling is gemonteerd in het SE 200-montageframe. Het roestvrijstalen montageframe zorgt voor directe en draadloze datatransmissie en stroomvoorziening van de slimme componenten. De staven zijn scharnierend verbonden met knooppuntschijven en worden alleen op druk of trek belast. Het kliksysteem zorgt ervoor dat de staven eenvoudig in de knooppuntschijven klikken.

Omdat er geen draaimomenten in de knooppuntschijven worden overgedragen, worden ze als wrijvingsloos beschouwd. De vakwerkliggers kunnen daarom als ideale vakwerkliggers worden beschouwd.

Accessoires zoals steunen, verticale lasten, lasteenheden en extra staven zijn beschikbaar voor installatie en om vrij te experimenteren. Het is mogelijk om brugverbindingen, hoekvakwerkliggers, grotere vakwerkliggers en onbepaalde vakwerkliggers te creëren.

Bij experimenten worden alle krachten van het vlakke spant (staven, steunen, lasten) gemeten en weergegeven, zowel direct op de slimme componenten als in de GUNT-software als meetwaarde en als kleur. De berekende verplaatsing kan in de software worden gedemonstreerd en versterkt.

Met de afstandsmeter kan de verplaatsing op elk punt worden gemeten en vergeleken. De GUNT-software identificeert de positie en locatie van de geïnstalleerde staven, evenals de externe krachten, en reageert dynamisch op veranderingen. Het GUNT-topologie algoritme zorgt ervoor dat de visualisatie in de software altijd overeenkomt met het werkelijke spant. De gemeten waarden worden in real time geanalyseerd en kunnen direct worden vergeleken met de berekende waarden (FEM).

Alle componenten zijn overzichtelijk en goed beschermd opgeslagen in een opslagsysteem.

### Leerdoelen/experimenten

- Meting van de staafkrachten in een statisch bepaald en statisch onbepaald vlak vakwerk
- Afhankelijkheid van de staafkrachten van de externe kracht
  - Hoeveelheid, richting, aangrijpingspunt
  - Meting en bepaling van steunreacties
- Vergelijking van theorie en praktijk: vergelijking van meetresultaten met wiskundige oplossingsmethoden
  - Methode van verbindingen
  - Methode van Ritter van doorsneden
  - FEM
- Basisprincipe: meting van krachten met behulp van rekstrookjes

Accessoires van de MEC-lijn kunnen modulair worden gecombineerd voor het opzetten en uitbreiden van de experimenten

GUNT Media Center, digitale vaardigheden ontwikkelen

- Informatie ophalen uit digitale netwerken
- E-learning cursus met fundamentele kennis en een gedetailleerde presentatie van de experimentprocedure en boeiende animaties
- Gegarandeerd leersucces door middel van digitale werkbladen

**SE 200.02****Krachten op een hangbrug****SE 200.02****Forces on a suspension bridge**

Hangbruggen bestaan uit hangende hangkabels waaraan een loopbrug of rijbaan is bevestigd. Ze worden gebruikt om lange afstanden te overbruggen.

**Beschrijving**

De SE 200.02 maakt, in combinatie met andere accessoires van de MEC Line, een slimme, digitaal ondersteunde proefopstelling van een hangbrug mogelijk. De proefopstelling omvat een hangbrug met hangers en een horizontale rijbaan. Steunen en lasten zijn verkrijgbaar als slimme accessoires.

De proefopstelling is opgebouwd in het SE 200 montageframe. Het roestvrijstalen montageframe zorgt voor directe en draadloze datatransmissie en stroomvoorziening van de slimme componenten. Het kliksysteem zorgt ervoor dat de componenten eenvoudig vastklikken.

Op elk van de elf posities op de rijbaan kan een last worden geplaatst. Door meerdere lastelementen te combineren, is het mogelijk om lijnlasten te genereren of kan de geprefabriceerde lijnlast worden gebruikt. Het is ook mogelijk om een bewegende last te onderzoeken.

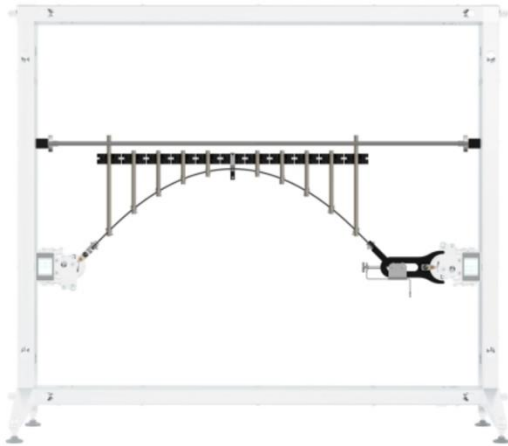
De rijbaan is flexibel en kan een stijf gedrag aannemen door middel van staven. In experimenten worden de krachten op de steunpunten en lasten gemeten en weergegeven als een meetwaarde, zowel direct op de slimme componenten als in de GUNT-software.

De exacte positie van de lasten op de rijbaan wordt vastgelegd met een binaire code (Gray-code). De GUNT-software identificeert de positie en locatie van de uitgeoefende lasten en reageert dynamisch op veranderingen. De aangrijpingshoek van de krachten wordt direct op de draagkabel weergegeven.

De krachten van de draagkabel op de steunen worden berekend en eveneens weergegeven in de GUNT-software. De gemeten waarden worden in real time geanalyseerd. Een steun voor de brug als hulp bij het opstellen en het tarreren van de gewichten vergemakkelijkt de bediening.

**Leerdoelen/experimenten**

- Meting van de krachten van de hangkabel op een onbelaste hangbrug belaste hangbrug.
- Meting van de steunkrachten als functie van de belasting op de hangbrug.
- Effect van een bewegende last.
- Gedrag van een hangbrug met een starre of flexibele rijbaan.

**SE 200.03****Parabolische boogbrug****SE 200.03****Parabolic arch bridge**

Een boogbrug bestaat uit een boog die de brug van onderaf ondersteunt of van bovenaf vasthoudt. Boogbruggen worden gebruikt om grote afstanden te overbruggen.

**Beschrijving**

De SE 200.03 maakt, in combinatie met andere accessoires van de MEC Line, de slimme, digitaal ondersteunde experimentele opstelling van een boogbrug mogelijk. Het experiment omvat een boogbrug met een ondersteunende boog onder de rijbaan. Ondersteuning, lasten en afstandsmeting zijn verkrijgbaar als slimme accessoires.

De experimentele opstelling is opgebouwd in het SE 200 montageframe. Het roestvrijstalen montageframe zorgt voor directe en draadloze datatransmissie en stroomvoorziening van de slimme componenten. Het kliksysteem zorgt ervoor dat de componenten eenvoudig op hun plaats klikken.

De boogvorm is parabolisch. De ondersteuning van de rijbaan naar de boog kunnen worden verwijderd. Op elk van de elf posities op de rijbaan kan een last worden geplaatst. Het is ook mogelijk om een bewegende last te onderzoeken. Lijnlasten kunnen worden gegenereerd door meerdere lastelementen te combineren. Als alternatief kan de lijnlast van de optionele accessoires worden gebruikt. De rijbaan is flexibel.

Een bruglager kan worden gebruikt als een vast of zwevend lager. Bij experimenten worden de krachten op de steunen en de verplaatsing van het glijlager of de steunen geregistreerd met een afstandsmeet. Deze worden als meetwaarde direct op de slimme componenten en in de GUNT-software weergegeven.

De exacte positie van de belastingen op het wegdek wordt vastgelegd met een binaire code (Gray-code). De GUNT-software identificeert de positie en locatie van de aangebrachte belastingen en reageert dynamisch op veranderingen. De boogkrachten en de hoek van de steunen worden berekend. De meetwaarden worden in real time geanalyseerd.

**Leerdoelen/experimenten**

- Meting van de boogkrachten op onbelaste boogbrug belaste boogbrug.
- Meting van de steunkrachten als functie van de belasting op de boogbrug.
- Effect van een bewegende last.



## SE 200.04 Wrijving op een helling

## SE 200.04 Friction on the inclined plane



Wrijvingskrachten zijn essentieel voor machines. Dit geldt voor statische wrijving in statische toepassingen en dynamische wrijving in dynamische toepassingen.

### SE 200.04 Beschrijving

De SE 200.04 bevat een hellend vlak, uitgerust met een elektronische module voor data-acquisitie en meetwaardeweergave. De proefopstelling is gemonteerd in het SE 200-montageframe. Het roestvrijstalen montageframe zorgt voor directe en draadloze dataoverdracht en stroomvoorziening van de slimme componenten. Het kliksysteem zorgt ervoor dat de componenten eenvoudig vastklikken.

De hoek van het hellende vlak is variabel. Een aangebrachte massa als wrijvingslichaam is via een omkeerrol verbonden met een kabel met een extra massa als trekkracht. De kracht die op de omkeerrol in de richting van het hellende vlak werkt, wordt gemeten. De door de aangebrachte massa afgelegde afstand wordt geregistreerd via de draaibeweging van de omkeerrol. De tijd wordt gebruikt om de snelheid en versnelling te bepalen.

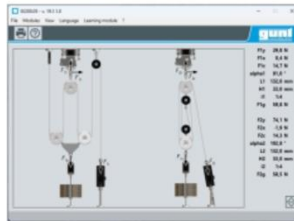
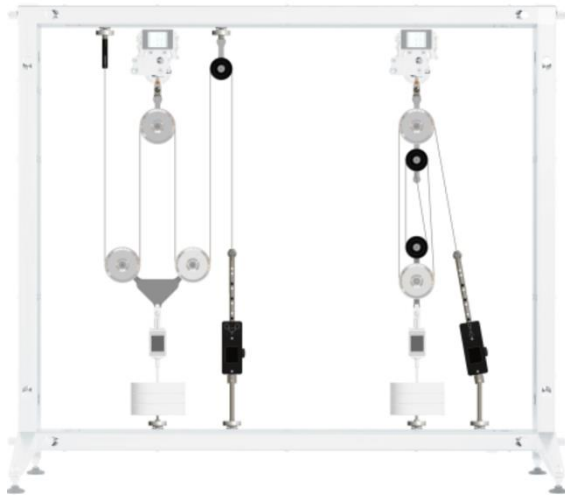
Twee extra vliegwielen vertragen het experiment om de dynamische processen te illustreren. Een extra wrijvingslichaam met kogellagers maakt dynamische experimenten zonder wrijving mogelijk.

De dynamische en statische wrijvingscoëfficiënten van twee materiaalcombinaties en twee wrijvingsoppervlakken van verschillende groottes worden experimenteel bepaald. Voor de twee wrijvingslichamen zijn variabele belastingen beschikbaar. De gemeten krachten, hoeken en afgelegde afstanden worden zowel direct op het hellende vlak als in de GUNT-software weergegeven.

De statische en dynamische wrijvingscoëfficiënten kunnen in de GUNT-software worden bepaald. De GUNT-software reageert dynamisch op veranderingen. De visualisatie in de software komt overeen met het werkelijke hellende vlak. De gemeten waarden worden in real time geanalyseerd.

## Leerdoelen/experimenten

- Meting van de coëfficiënten voor adhesie wrijving.
- bepaling van hoekafhankelijkheid.
- bepaling van materiaalafhankelijkheid.
- meting van afgelegde afstand en verstreken tijd.
- bepaling van snelheid en versnelling.

**SE 200.05****Kabelkrachten en katrolblokken****SE 200.05****Cable forces and pulley blocks**

Katrollen maken het hijsen van zware lasten mogelijk en worden bijvoorbeeld gebruikt bij kranen.

**SE 200.05 Beschrijving**

De SE 200.05 maakt, in combinatie met andere accessoires van de MEC Line, een slimme, digitaal ondersteunde proefopstelling met katrollen mogelijk.

De proefopstelling bestaat uit twee katrollen van verschillende uitvoeringen met slimme, communicatie gestuurde ophangkabels, uitgerust met elektronische modules voor data-acquisitie en meetwaardeweergave.

De proefopstelling is opgesteld in het SE 200-montageframe. Het roestvrijstalen montageframe zorgt voor directe en draadloze dataoverdracht en stroomvoorziening van de slimme componenten. De katrollen hebben dezelfde overbrengingsverhouding en kunnen gelijktijdig worden onderzocht. De overbrengingsverhouding wordt bepaald door het aantal kabelstrengen en katrollen.

Het is mogelijk om met elk katrolblok twee opstellingsvarianten te configureren. De kracht-, hoek- en verplaatsingsmeting op de ophangkabel heeft vijf klikpunten voor het instellen van verschillende hoogtes. Het kliksysteem zorgt ervoor dat de componenten eenvoudig vastklikken. Accessoires zoals steunen en verticale lasten zijn beschikbaar voor de opstelling.

De belasting wordt op elk van de katrollen uitgeoefend door middel van een verticale last op de onderste katrol. In experimenten worden de krachten, hoeken en verplaatsingen op de ophangkabels gemeten en weergegeven als meetwaarde, zowel direct op de slimme componenten als in de GUNT-software.

De GUNT-software identificeert en toont de positie en locatie van de geïnstalleerde ophangkabels, evenals de reacties van de ophanging. Ook de hefhoogtes en de gebruikte verticale lasten worden weergegeven.

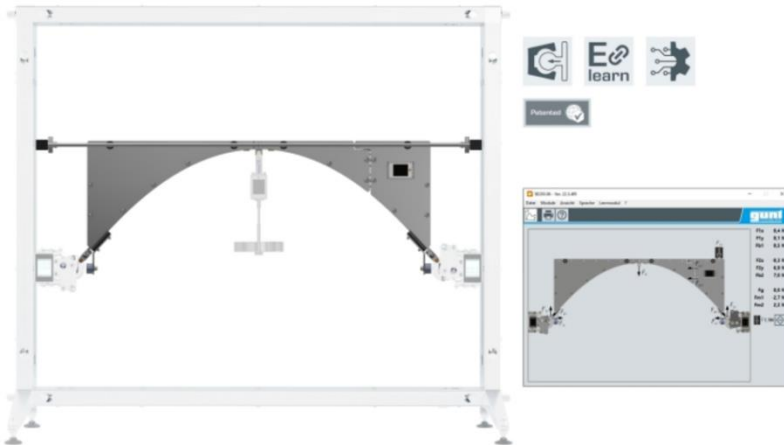
De GUNT-software reageert dynamisch op veranderingen. De visualisatie in de software komt altijd overeen met de daadwerkelijk gemonteerde katrollen. De meetwaarden worden in real time geanalyseerd.

## **Leerdoelen/experimenten**

- Kennismaking met verschillende katrollen
  - Meting van
  - Kabelkrachten
  - Steunkrachten
- Verplaatsing.
- Hoekafhankelijkheid van krachten.
- Krachtmeting onder verschillende belastingen.

## SE 200.06 Drie-scharnieren boog

## SE 200.06 Three-hinged arch



Driescharnierbogen worden veel gebruikt in de bruggenbouw. Een driescharnier-boog bestaat uit een gebogen balk die op twee vaste lagers is gemonteerd en meestal het kroon-scharnier aan de kroon bevat. Het systeem is statisch bepaald door het kroonscharnier.

### SE 200.06 Beschrijving

De SE 200.06 maakt, in combinatie met andere accessoires uit de MEC-lijn, een slimme, digitaal ondersteunde proefopstelling van een driescharnierboog mogelijk.

De proefopstelling bestaat uit twee grote en één kleine deelboog. Twee deelbogen worden aan elkaar gescharnierd tot een symmetrische of asymmetrische driescharnierboog. Een deelboog wordt op een bepaald punt afgezaagd en voorzien van een elektronische module voor het meten van de krachten en het weergeven van de meetwaarden. Ondersteuning en lasten zijn verkrijgbaar als slimme accessoires.

De proefopstelling wordt opgebouwd in het SE 200 montageframe. Het roestvrijstalen montageframe zorgt voor directe en draadloze dataoverdracht en voeding van de slimme componenten. Het kliksysteem zorgt ervoor dat de componenten eenvoudig op hun plaats klikken.

De onderzochte driescharnierboog kan worden belast met individuele lasten, lijnlasten en in het midden met een verticale last. Het is ook mogelijk om een bewegende last te onderzoeken. De krachten op de steunen en lasten worden gemeten en de weergave wordt experimenteel direct op de slimme componenten weergegeven. De gemeten waarde van het buigmoment wordt berekend en weergegeven in de GUNT-software.

### Leerdoelen/experimenten

- vertrouwd raken met driescharnierbogen (asymmetrisch en symmetrisch)
- het vaststellen van de evenwichtsvoorwaarden in de statica voor het berekenen van de steunkrachten voor
  - puntlast
  - bewegende last
- het meten van interne krachten op een aan één uiteinde ingeklemde balk en een driescharnierboog

- de invloed van de belasting op de horizontale druk in de steunen
- het bepalen van de invloed lijnen van de steunen onder een bewegende last
- het vergelijken van de berekende en gemeten steunreacties voor statische en bewegende last • de accessoires van de modulaire MEC-lijn kunnen worden gecombineerd voor elke opstelling en uitbreiding van de experimenten.

## SE 200.07 Gerber-balk

## SE 200.07 Gerber-beam



De Gerberligger is een gelede ligger met meerdere steunpunten die vaak wordt gebruikt in de brugbouw. De invloedslijnen worden bepaald om rekening te houden met bewegende lasten in het ontwerp. Invloedslijnen beschrijven statische reacties op een bewegende last, bijvoorbeeld interne reacties van de ligger of reacties van de steunpunten.

### SE 200.07 Beschrijving

De SE 200.07 maakt, in combinatie met andere accessoires uit de MEC Line, de slimme, digitaal ondersteunde proefopstelling van een Gerberbalk mogelijk.

De proefopstelling bestaat uit een Gerberbalk bestaande uit twee consoles, elk met een slimme steun en een ingevoegde hangende balk. Steunen en lasten zijn verkrijgbaar als slimme accessoires.

De proefopstelling is opgebouwd in het SE 200 montageframe. Het roestvrijstalen montageframe zorgt voor directe en draadloze dataoverdracht en stroomvoorziening van de slimme componenten. Het kliksysteem zorgt ervoor dat de componenten eenvoudig vastklikken. Elke console heeft twee steunposities en een houder voor de steun. De hangende balk is geleded gemonteerd aan beide steunarmen van de consoles.

Het wegdek kan op 13 posities worden belast met individuele lasten of lijnlasten, evenals in het midden met een verticale last. Bij experimenten worden de krachten op de lagers, steunen en lasten gemeten en weergegeven als een meetwaarde, zowel direct op de slimme componenten als in de GUNT-software. De invloed lijnen worden bepaald door een bewegende last te meten. De exacte positie van de belastingen op de weg wordt gedetecteerd met behulp van een binaire code (Gray-code).

### Leerdoelen/experimenten

- Kennismaking met de Gerberbalk,
- Toepassing van de doorsnedemethode en de evenwichtsvoorwaarden in de statica voor het berekenen van de steunkrachten voor
  - puntlast
  - lijnlast
  - bewegende last
- Bepaling van interne reacties onder statische belasting,
- Scheefkrachtdiagram en buigmomentdiagram.
- Bepaling van invloed lijnen onder bewegende last.
- Vergelijking berekende en gemeten steunreacties voor statische en bewegende last.

## SE 200.08 Buiging

## SE 200.08 Buckling



Kolommen en steunen worden gebruikt als dragende constructies in gebouwen of machines. Bij het ontwerp en de beproeving van de dragende constructies wordt niet alleen gekeken naar de te absorberen drukkracht, maar ook naar de stabiliteit. In de werktuigbouwkunde wordt het verlies aan stabiliteit knik genoemd.

### SE 200.08 Beschrijving

De SE 200.08 maakt, in combinatie met andere accessoires uit de MEC Line, de slimme, digitaal ondersteunde proefopstelling van een knikapparaat mogelijk.

Het experiment bevat een klemminrichting voor de proefstaven met een hefboommechanisme. Een lasteenheid, ondersteuning en afstandsmeting zijn verkrijgbaar als slimme accessoires.

De proefopstelling is opgebouwd in het SE 200 montageframe. Het roestvrijstalen montageframe zorgt voor directe en draadloze dataoverdracht en stroomvoorziening van de slimme componenten. Het kliksysteem zorgt ervoor dat de componenten eenvoudig vastklikken.

Het knikgedrag van proefstaven wordt in het experiment onderzocht onder invloed van verschillende soorten ondersteuning: vrij, scharnierend en geklemd. De belasting op de proefstaven wordt uitgeoefend met behulp van de lasteenheid SE 200.22.

De gemeten krachten en doorbuiging worden zowel direct op de slimme componenten als in de GUNT-software als meetwaarden weergegeven. De tegenkrachten van de last worden opgevangen door een aparte ondersteuning. Alle vier Euler-gevallen worden weergegeven.

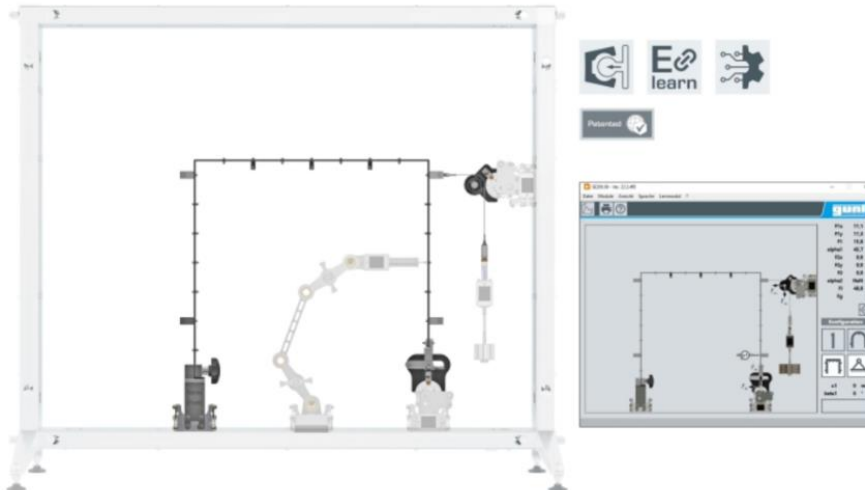
### Leerdoelen/experimenten

- Onderzoek naar knikgedrag onder invloed van verschillende lagers.
- Verificatie van de Euler-theorie: knikken van elastische staven.
- Berekening van de verwachte knikkracht met behulp van de Euler-formules.
- Meten van kracht en doorbuiging.



## SE 200.09 Vervorming van frames

## SE 200.09 Deformation of frames



Een frame is een geknikte balk met stijve hoeken die een zogenaamd spelingsprofiel vormt. Frames worden in verschillende vormen gebruikt en kunnen van verschillende materialen zijn gemaakt, bijvoorbeeld metaal, hout of composietmaterialen.

### SE 200.09 Beschrijving

De SE 200.09, in combinatie met andere accessoires van de MEC-lijn, maakt de slimme, digitaal ondersteunde proefopstelling mogelijk voor het onderzoeken van frames van composietmateriaal.

De materiaaleigenschappen worden bepaald op een cantileverbalk. Voor de experimenten zijn een typisch U-vormig frame, zoals gebruikt in de hallenbouw, en een gebogen frame beschikbaar. Statisch bepaalde en statisch onbepaalde lagers kunnen op beide framevormen worden geanalyseerd. De belasting op het frame wordt uitgeoefend via een verticale belasting SE 200.24 of de belastingseenheid SE 200.22. Er zijn meerdere belastingpunten.

Vervormingen kunnen worden geregistreerd met één digitale afstandsmeting SE 200.23. Met behulp van verschillende methoden: de eerste-orde elasticiteitstheorie, het superpositieprincipe van de mechanica en het principe van virtuele arbeid worden gebruikt om buigmomentdiagrammen te bepalen voor het statisch bepaalde en onbepaalde frame.

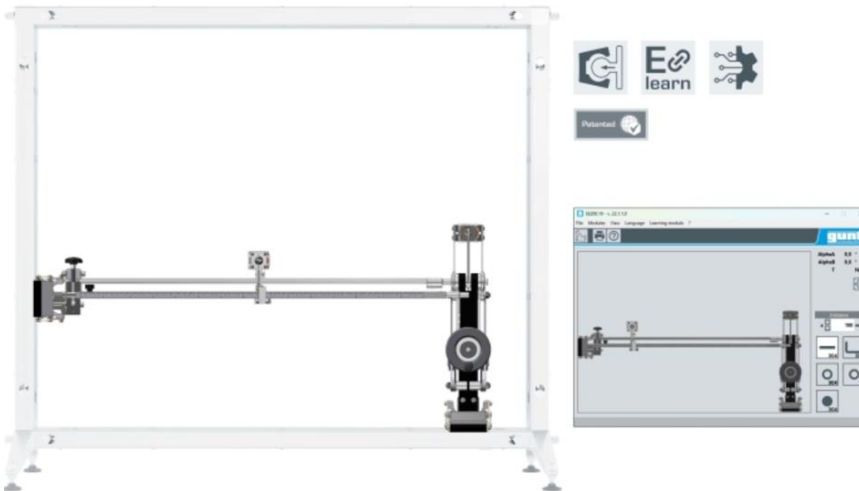
De differentiaalvergelijking van de elastische lijn wordt bepaald aan de hand van deze diagrammen en een tabel met integralen (koppelingstabel). De elastische lijn en zijn afgeleiden kunnen worden gebruikt om verplaatsingen en de steunkracht op het zwevende lager te berekenen.

### Leerdoelen/experimenten

- Verhouding tussen belasting en vervorming op het frame
- Verschillen tussen statisch bepaalde en statisch onbepaalde frames
- Elasticiteitstheorie voor statisch bepaalde en onbepaalde systemen
- Toepassing van het superpositieprincipe van de mechanica
- Toepassing van het principe van virtuele arbeid op statisch bepaalde en statisch onbepaalde frames.

## SE 200.10 Torsie van staven

## SE 200.10 Torsion of bars



Torsie treedt voornamelijk op in assen en aandrijfassen van voertuigen en machines. De torsiemomenten die in de as optreden, zorgen ervoor dat dwarsdoorsneden van de as ten opzichte van elkaar verschuiven rond de lengteas. In een as zorgt de verdraaiing van de cirkelvormige dwarsdoorsneden ervoor dat de cirkels rond blijven. De dwarsdoorsneden blijven vlak; er treedt geen kromtrekken op. Niet-cirkelvormige dwarsdoorsneden

veroorzaken meestal kromtrekken.

### SE 200.10 Beschrijving

De SE 200.10 maakt, in combinatie met andere accessoires van de MEC Line, de slimme, digitaal ondersteunde proefopstelling voor torsie op diverse staven mogelijk.

De proefopstelling bevat één kleminrichting en één torsie-inrichting. De torsie-inrichting bevat een vaste meetinrichting voor het meten van de absolute torsiehoek en het torsiemoment. Bovendien kan de torsiehoek overal op de staaf worden gemeten met een beweegbare meetinrichting. Beide meetinrichtingen zijn uitgerust met elektronische modules voor data-acquisitie en meetwaardeweergave.

De proefopstelling is opgesteld in het SE 200-montageframe. Het roestvrijstalen montageframe zorgt voor directe en draadloze dataoverdracht en stroomvoorziening van de slimme componenten. Het kliksysteem zorgt ervoor dat de componenten eenvoudig vastklikken. De staven worden zonder gereedschap vastgeklemd. Het torsiemoment wordt gegenereerd via de torsie-inrichting.

De resulterende verdraaiing kan worden afgelezen over de lengte van de staaf. De basisprincipes van elastische torsie worden aangeleerd aan de ronde staaf. Er zijn vier extra staven beschikbaar voor het bestuderen van speciale gevallen: 2 buizen, 1 vlak profiel en 1 U-profiel.

### Leerdoelen/experimenten

- torsie van een staaf
- schuifmodulus en polair traagheidsmoment
- torsiehoek als functie van het torsiemoment

- invloed van torsiestijfheid op torsie
  - ronde staaf met volledige doorsnede
  - buizen van roestvrij staal en titanium
  - vlak profiel U-profiel
- torsiehoek berekenen vergelijking van berekende en gemeten torsiehoeken

Voor alle opstellingen geldt:

- Accessoires van de modulaire MEC-lijn kunnen worden gecombineerd voor elke opstelling en uitbreiding van de experimenten.
- GUNT Media Center, digitale vaardigheden ontwikkelen.
- Informatie ophalen uit digitale netwerken.
- E-learning cursus met fundamentele kennis en een gedetailleerde presentatie van de experimentele procedure en boeiende animaties.
- Gegarandeerd leersucces door digitale werkbladen.

## Deel B Accessoires voor de experimenten

### SE 200.21 Steun



### SE 200.21 Support

De constructie van vakwerkliggers en bruggen vereist een ondersteuning die zowel het eigen gewicht van de constructie als de extra lasten draagt.

#### SE 200.21 Beschrijving

De SE 200.21 ondersteuning vervult deze functie binnen de MEC Line-serie en kan in combinatie met andere accessoires voor diverse experimenten worden gebruikt. Het is een van de slimme, communicatie-ondersteunde componenten.

De ondersteuning kan horizontaal of verticaal op verschillende posities in het SE 200-montageframe worden gemonteerd. Het roestvrijstalen montageframe zorgt voor directe en draadloze gegevensoverdracht en voeding van de slimme componenten. De ondersteuning is uitgerust met een elektronische module.

Bij experimenten worden de krachten in x- en y-richting gemeten en direct op de ondersteuning en in de GUNT-software als meetwaarde weergegeven. Een geïntegreerde hoekmeting wordt gebruikt om de installatiepositie te bepalen.

De GUNT-software identificeert de positie en locatie van de geïnstalleerde ondersteuning en reageert dynamisch op wijzigingen. De visualisatie in de software komt altijd overeen met de daadwerkelijke experimentopstelling. De meetwaarden worden real time geanalyseerd. De drager is overzichtelijk en goed beschermd opgeslagen in een opslagsysteem.

**SE 200.22 Lasteenheid****SE 200.22 Load unit**

Bij het ontwerp van vakwerkliggers en bruggen moet rekening worden gehouden met de daaropvolgende belasting. Verschillende belastingen van de accessoires of deze belastingseenheid kunnen worden gebruikt om de proefopstellingen binnen de MEC Line-serie te belasten.

**SE 200.22 Beschrijving**

De SE 200.22 belastingseenheid kan in combinatie met andere accessoires voor diverse experimenten worden gebruikt en is een van de slimme, communicatie gestuurde componenten.

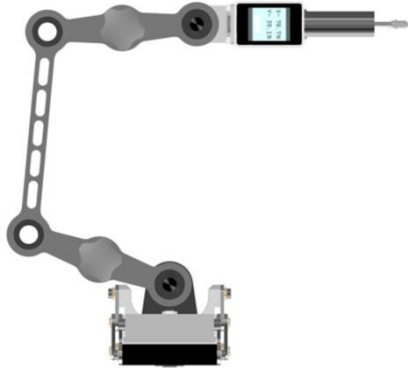
De belastingseenheid wordt horizontaal of verticaal in het SE 200-montageframe gemonteerd met een snelsluiting op een vrije positie. De proefopstelling en het montageframe zorgen voor directe en draadloze gegevensoverdracht en stroomvoorziening van de slimme componenten.

De belastingseenheid is uitgerust met een elektronische module.

Tijdens experimenten worden de krachten en de belastingshoek gemeten en als meetwaarde weergegeven, zowel direct op de belastingseenheid als in de GUNT-software.

Een geïntegreerde hoekmeting wordt gebruikt om de installatiepositie te bepalen. Trek- en drukkrachten kunnen traploos in elke richting worden gegenereerd. Het gebruik van verlengstukken maakt grote bereiken mogelijk.

De GUNT-software identificeert de positie en locatie van de geïnstalleerde belastingseenheid en reageert dynamisch op veranderingen. De visualisatie in de software komt altijd overeen met de daadwerkelijke proefopstelling. De meetwaarden worden real time geanalyseerd.

**SE 200.23 Afstandsmeting****SE 200.23 Distance measurement**

Krachten, momenten en verplaatsingen worden gemeten met de juiste accessoires om de belastingen op de proefopstellingen binnen de MEC-lijn te registreren. Deze afstandsmeting wordt gebruikt om verplaatsingen te registreren.

**SE 200.10 Beschrijving**

De SE 200.23 afstandsmeting kan in combinatie met andere accessoires voor diverse experimenten worden gebruikt en is een van de slimme, communicatiegestuurde componenten.

De afstandsmeting wordt horizontaal of verticaal in het SE 200 montageframe gemonteerd met een snelsluiting op een vrije positie. Het montageframe zorgt voor directe en draadloze gegevensoverdracht en voeding van de slimme componenten. De afstandsmeting is uitgerust met een elektronische module.

Tijdens experimenten wordt de afstand gemeten en weergegeven als meetwaarde, zowel direct op de afstandsmeting als in de GUNT-software. Een geïntegreerde hoekmeting wordt gebruikt om de meetrichting te bepalen. De knikarm met een groot bereik maakt een breed meetbereik mogelijk.

De GUNT-software herkent de positie en richting van de geïnstalleerde afstandsmeting en reageert dynamisch op veranderingen. De positie kan in de GUNT-software worden aangepast via drag & drop. De meetwaarden worden in real time geanalyseerd. De afstandsmeting wordt overzichtelijk en goed beschermd opgeslagen in een opbergsysteem.

## SE 200.24 Verticale last

## SE 200.24 Vertical load



Bij het ontwerp van vakwerkliggers en bruggen moet rekening worden gehouden met de daaropvolgende belasting tijdens gebruik.

Belastingseenheden, belastingen met een Gray-code of deze verticale belasting kunnen worden gebruikt om de proefopstellingen binnen de MEC Line-serie te belasten.

### SE 200.24 Beschrijving

De verticale belasting SE 200.24 kan in combinatie met andere accessoires voor diverse experimenten worden gebruikt en is een van de slimme, communicatie gestuurde componenten.

De proefopstelling en het montageframe zorgen voor directe en draadloze gegevensoverdracht en stroomvoorziening. De verticale belasting wordt bevestigd aan een van de knooppuntschijven of een lastdrager in de proefopstelling. Deze hangt verticaal, zodat de belasting uitsluitend door gewicht wordt uitgeoefend. De resulterende gewichtskraft wordt gevarieerd door de toegepaste gewichten.

De verticale belasting is uitgerust met een elektronische module. Tijdens experimenten worden de krachten gemeten en weergegeven als een meetwaarde, zowel direct op de verticale belasting als in de GUNT-software. De GUNT-software identificeert de positie van de gebruikte verticale belasting en de gewichten en reageert dynamisch op veranderingen.

De visualisatie in de software komt altijd overeen met de daadwerkelijke proefopstelling. De meetwaarden worden in real time geanalyseerd.

## SE 200.25 Last

## SE 200.25 Load



Enkelvoudige lasten en lijnlasten kunnen afzonderlijk of in combinatie worden gebruikt om de brugconstructies en liggers binnen de MEC Line-serie te belasten.

### SE 200.10 Beschrijving

De SE 200.25-last kan in combinatie met andere accessoires voor diverse experimenten worden gebruikt en is een van de slimme, communicatie gestuurde componenten.

De datatransmissie en voeding van de intelligente componenten vindt direct en draadloos plaats via de proefopstelling en het montageframe.

De last wordt op een van de punten in het kliksysteem van de rijbaan geplaatst en automatisch gedetecteerd. Lijnlasten kunnen worden gegenereerd door meerdere lasten te combineren. De last kan worden gebruikt om een bewegende last te creëren in combinatie met de GUNT-software.

Afhankelijk van de lengte van de rijbaan kunnen er verschillende aantallen lasten op worden geplaatst. De last is uitgerust met een elektronische module. De exacte positie op de rijbaan wordt vastgelegd met behulp van een binaire code (Gray-code).

Bij experimenten wordt de positie direct op de last weergegeven. De lastkracht wordt weergegeven in de GUNT-software. De visualisatie in de software komt altijd overeen met de daadwerkelijke proefopstelling. De gemeten waarden worden in real time geanalyseerd.



## SE 200.26 Lijnlast



## SE 200.26 Line load

Om de steunkrachten als functie van de wegbelasting te onderzoeken, kunnen brugconstructies binnen de MEC Line-serie worden belast met lijnbelastingen.

### SE 200.10 Beschrijving

De SE 200.26 lijnbelasting kan in combinatie met andere accessoires voor diverse experimenten worden gebruikt en is een van de slimme, communicatie gestuurde componenten.

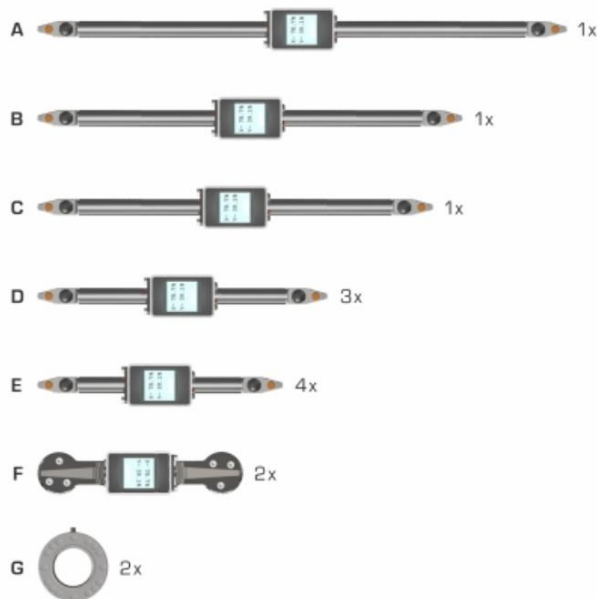
De datatransmissie en voeding van de intelligente componenten vindt direct en draadloos plaats via de proefopstelling en het montageframe.

De lijnbelasting wordt op een van de punten in het kliksysteem van de weg geplaatst en automatisch gedetecteerd. Afhankelijk van de lengte van de weg kunnen verschillende aantallen lijnbelastingen worden geplaatst.

De lijnbelasting kan worden gecombineerd met een of meerdere enkelvoudige SE 200.25-belastingen. De exacte positie op de weg wordt via een binaire code (Gray-code) naar de GUNT-software verzonden.

De lijnbelasting is uitgerust met een elektronische module. Bij experimenten wordt de positie direct op de belasting weergegeven. De belastingkracht wordt weergegeven in de GUNT-software. De visualisatie in de software komt altijd overeen met de daadwerkelijke proefopstelling. De gemeten waarden worden in real time geanalyseerd.

## SE 200.27 Stavenset



## SE 200.27 Bar set

### SE 200.27 Beschrijving

De SE 200.27 stavenset wordt gebruikt voor het verlengen van spanten in SE 200.01.

De stavenset bevat 12 slimme, communicatie-geslikte staven, uitgerust met elektronische modules voor data-acquisitie en weergave van meetwaarden.

De experimentele opstelling is gemonteerd in het SE 200 montageframe.

Dit montageframe zorgt voor directe en draadloze dataoverdracht en stroomvoorziening van de slimme componenten.

De staven zijn scharnierend verbonden met knooppuntschijven en worden alleen op druk of trek belast. Het kliksysteem zorgt ervoor dat de staven eenvoudig in de knooppuntschijven vastklikken.

Bij experimenten worden de krachten zowel direct op de slimme staven als in de GUNT-software weergegeven als meetwaarde en als kleur. De GUNT-software identificeert de positie en locatie van de geïnstalleerde staven en de externe krachten en reageert dynamisch op veranderingen.

Het GUNT-topologie algoritme zorgt ervoor dat de visualisatie in de software altijd overeenkomt met het daadwerkelijke spant. De meetwaarden worden in real time geanalyseerd. De staven zijn overzichtelijk en goed beschermd opgeslagen in een opslagsysteem.

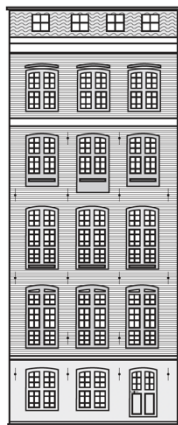
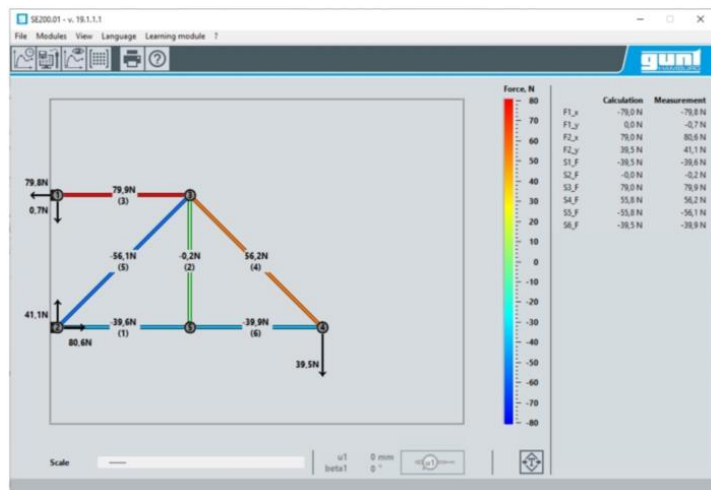
## SE 200 MEC-line Experimenten voor statica en materiaalbeproeving

bestaat uit een basisframe en een verzameling accessoires en meetinstrumenten die een scala van mogelijkheden biedt voor belangrijke experimenten voor statica en materiaalbeproeving.

Opleidingen kunnen een keuze maken in de onderwerpen die hun leerplan ondersteunen of een welkome toevoeging zijn aan het bestaande programma.

Het digitaliseren van de meetgegevens zoals die van krachten en verplaatsing /verdraaiing is een bijzondere eigenschap die visualisering op een beeldscherm mogelijk maakt.

Een unieke welkome eigenschap die de zeer theoretische benadering in de sterkteleer veel toegankelijker maakt voor studenten.



**Happé & van Rijn BV**

Herengracht 457E  
1017 BS Amsterdam

Tel. : 020-6254769

Mobiel : 06-53957531

Email : [info@happevanrijn.com](mailto:info@happevanrijn.com)

Internet : [www.happevanrijn.com](http://www.happevanrijn.com)