

***Vnější vlivy působící na kolejnici a jejich  
kompenzace vhodným systémem upevnění kolejnic***



***Artur Wroblewski  
Miroslav Hartmann***

# Vycházejete z naší historie a zkušeností určujeme normy pro budoucnost

- 1872 Eduard Vossloh začíná svoji praxi jako kovář výrobou **hřebů**
- 1883 Rozvíjí se výroba pružných podložek pro Královské pruské dráhy
- 1920 Byl vyvinutý a následně celosvětově patentovaný vysoce elastický **dvojitý pružný kroužek**
- 1967 U německých spolkových drah je zavedena pružná **svěrka Vossloh Skl 1**
- 1989/90 Transformace společnosti Vossloh Werke GmbH na Vossloh akciovou společnost
- 1995 Založení dceřiné společnosti v Rumunsku a **České republice**
- 1996 Založení společného podniku „Patil-Vossloh Rail Systems“ v **Indii**.
- 1998 Založení společného podniku v Kazachstánu a dceřiné společnosti Vossloh Sistemi s.r.l. v **Itálii**
- 2000 Vstup do fy Utenzilija d.d., tradičního výrobce pružných svěrek v Chorvatsku, jako majoritní akcionář
- 2002 Vstup do společnosti Skamo, v **Polsku**
- 2006 Založení společnosti Vossloh Fastening Systems **America** Corporation
- 2007 Založení společného podniku in Kunshan – Vossloh Fastening Systems **China** Co.
- 2008 Zřízení moskevského zastoupení firmy pro Ruskou federaci
- 2009 Otevření výrobního závodu Vossloh Rail Technologies Ray Bağlantı Elemanları Fabrikası v **Turecku**
- 2010 Vossloh AG koupil část fy **Saargummi** vyrábějící podložky
- 2013 Vossloh Cogifer vstupuje do výhybkárny v **Novosibirsku**
- 2013 Otevření výr. závodu Vossloh Fastening Systems v Kazachstánu v Alma-Atě
- 2014 Zahájení výroby v USA



Společnost Vossloh AG je dodavatelem mnoha systémů upevnění kolejnic. Každý systém upevnění je velice pečlivě propracovaný výrobek na vysoké technické úrovni vyvinutý a testovaný ve vlastních vývojových laboratořích fy Vossloh

## Test a simulace

Pro simulaci chování jednotlivých systémů upevnění v koleji se využívají výpočtové a zkušební modely. Jednotlivé systémy jsou podrobovány dlouhodobým dynamickým testům prokazujícím, že vyvinutý systém bude dlouhodobě splňovat na něj kladené požadavky. Zkoušky vzorků upevnění na zkušebních dynamických stendech musí prokázat dlouhodobou funkci upevnění při minimálních udržovacích nákladech.

Odpor proti putování



Svislou tuhost



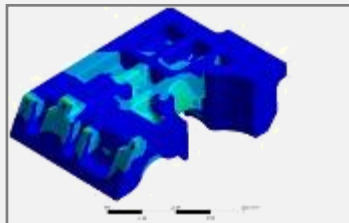
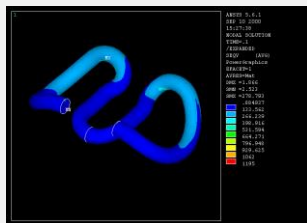
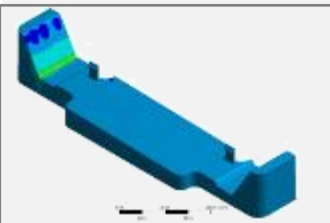
Zatížení od náprav



Ohybový moment



Test únavové odolnosti



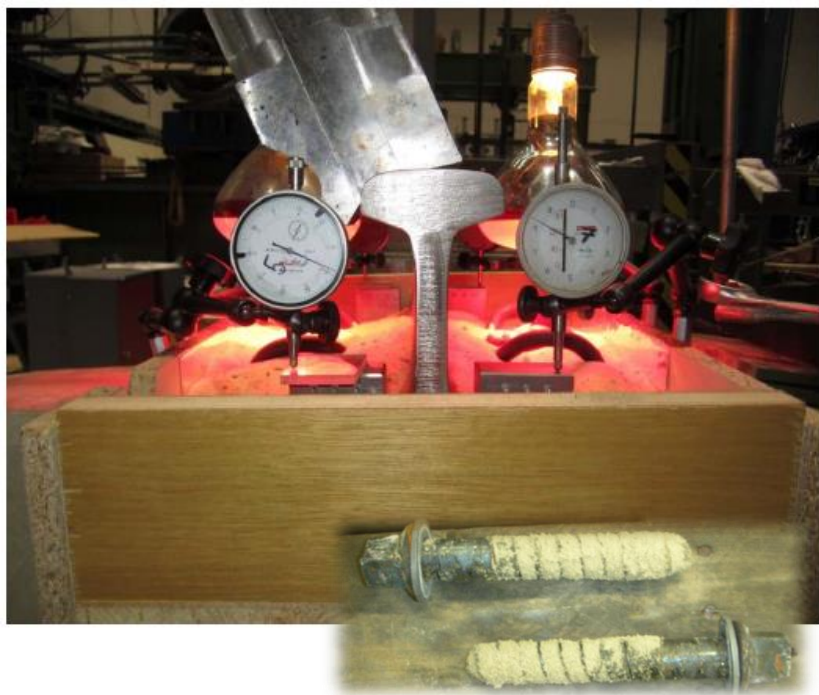
**FEM procesy** (Ansys) Metoda konečných prvků je používána pro simulaci kritických zatěžovacích podmínek nebo vibračních podmínek (vlastní rezonance)) v jednotlivých komponentech tj. v pružných svěrkách, podkladnicích a v úhlových vodičích vložkách.

Společnost Vossloh AG je dodavatelem mnoha systémů upevnění kolejnic. Každý systém upevnění je velice pečlivě propracovaný výrobek na vysoké technické úrovni vyvinutý a testovaný ve vlastních vývojových laboratořích fy Vossloh

### Speciální zkoušky v různých podmínkách:

V důsledku zvýšených požadavků na využití systémů upevnění v náročných podmínkách postupuje Vossloh dobrovolně testy prokazující funkčnost systémů upevnění i ve velice náročných podmínkách. Za tímto účelem Vossloh spolupracuje s renomovanými univerzitami (např. Technická univerzita v Mnichově).

Vysoké teploty a písek



Sníh a led



Chybějící pružnost v koleji a z  
toho plynoucí závady



# Chybějící pružnost v koleji a z toho plynoucí závady

Důsledek : Poškození součástí železničního svršku ( např. pražce)



# Chybějící pružnost v koleji a z toho plynoucí závady

Důsledek : Poškození součástí železničního svršku ( např. kolejového lože)

- Chybějící pružnost v konstrukci koleje vede k přetížení pražců. To se projeví svislým kmitáním pražců a opotřebením zrn štěrkového lože (bílá místa)



# Roznos zatížení

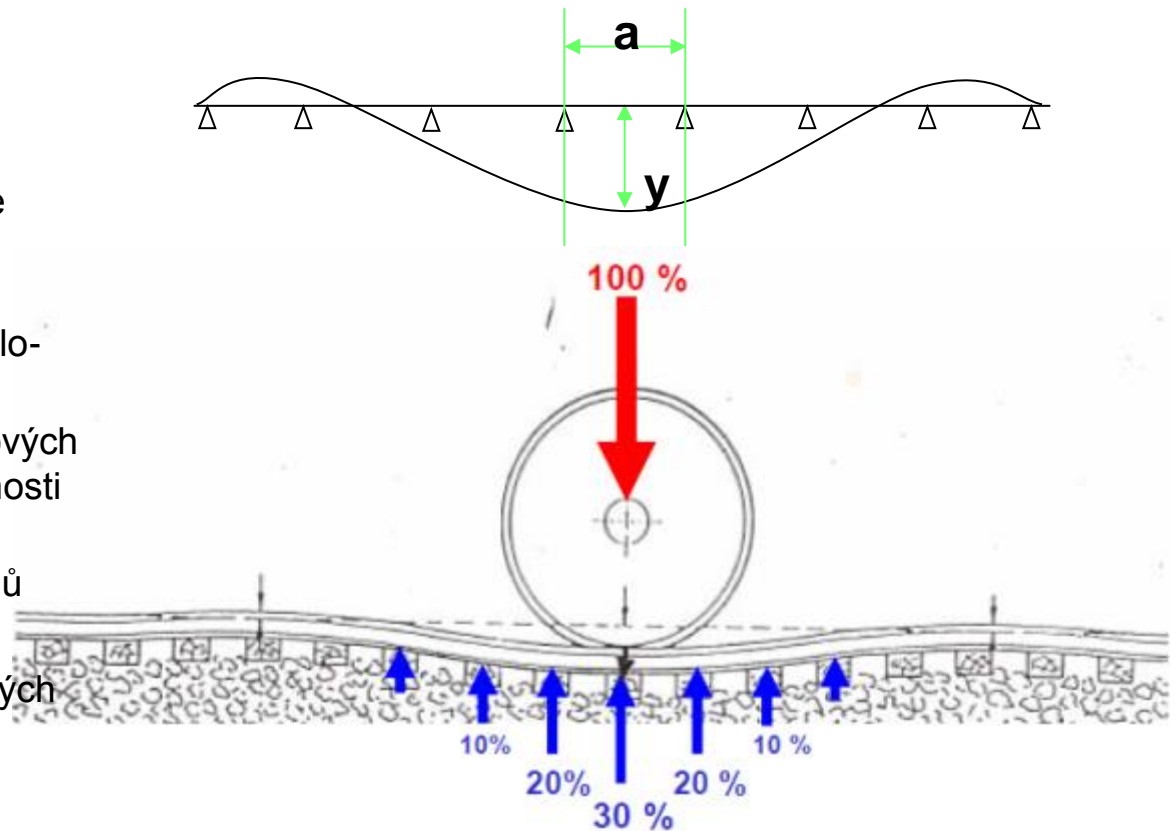


## Roznos zatížení

Pružné prvky v systému upevnění pomáhají příznivějšímu roznášení zatížení od jedoucích železničních vozidel.

Požadavky kladené na pružné podložky.

- Rozložení zatížení od železničních vozidel na více pražců
- Snížení opotřebení způsobeného kontaktem kolo-kolejnice
- Snížení namáhání kolejnicových podpor a prodloužení životnosti všech částí upevnění.
- Snížení udržovacích nákladů
- Zvýšení komfortu cestování
- Účinnější tlumení dynamických rázů od kolejových vozidel

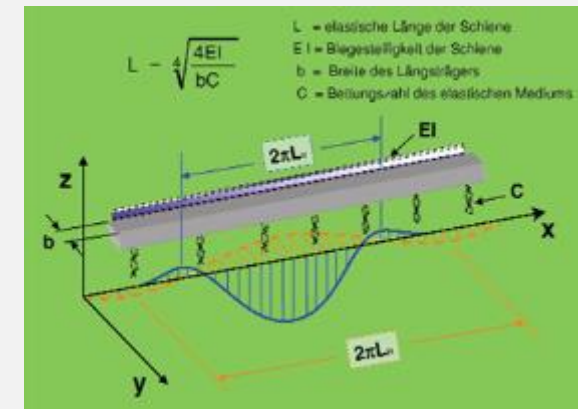


Vossloh's performance center nabízí dodání výpočetního návrhu vhodného rozdělení pražců a tuhosti podložky pod kolejnicí. Cílem je dosažení ekonomicky efektivního systému upevnění s dlouhodobou životností bez vysokých udržovacích nákladů

### Výpočty podle Zimmermanna

Výpočty podle Zimmermanna nám umožní získat podklady pro správnou volbu parametrů systému. Můžeme vypočítat správný rozsah svislého zatížení průhyb kolejniče. Sekundární průhyb kolejniče je základním aspektem, který nesmí být zanedbán. Ten je závislý především na rozdělení pražců, typu a kolejniče a tuhosti upevnění.

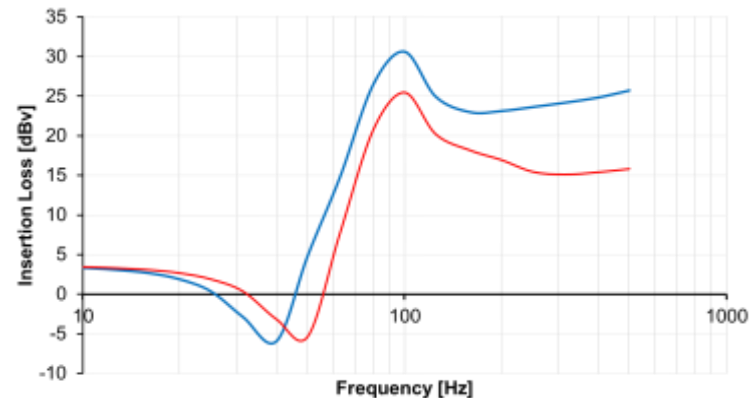
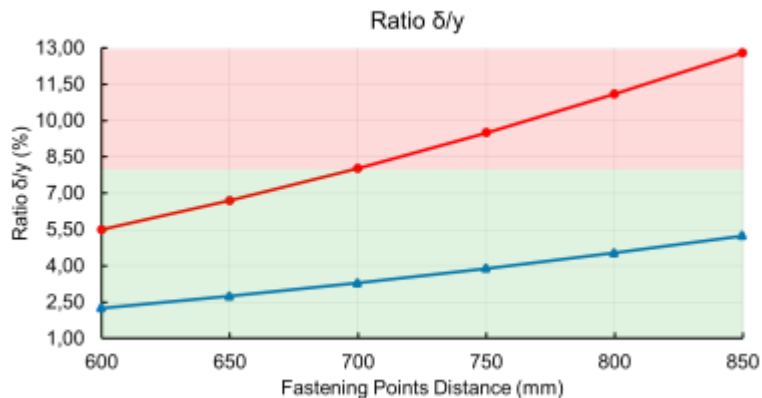
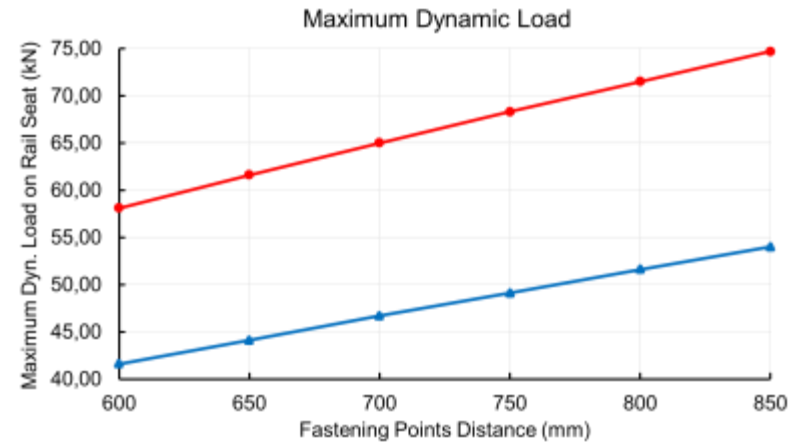
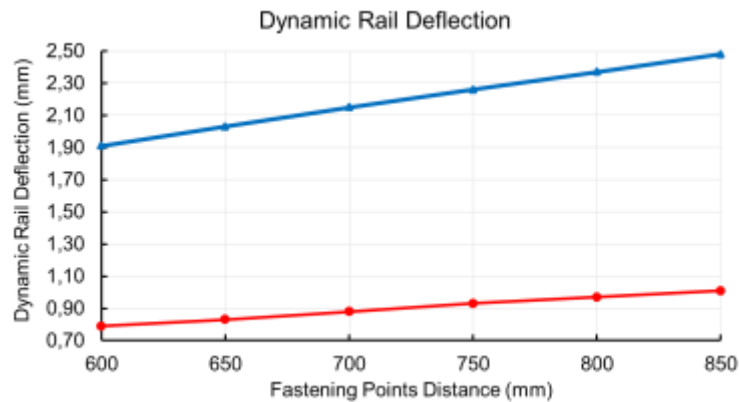
- ▶ Průhyb kolejniče „ $y_{break}$ “  $> 6 - 8$  mm  $\rightarrow$  nebezpečí lomu kolejniče a vykolejení
- ▶ Jestliže vlnkovitost na hlavě kolejniče  $\delta/y > 6-7\%$ 
  - $\rightarrow$  Zvětšení vlnkovitosti
  - $\rightarrow$  Nárůst nákladů na údržbu a broušení
  - $\rightarrow$  Vibrace se stávají větší a intenzivnější
  - $\rightarrow$  Otřesy budov
  - $\rightarrow$  Zvýšení sekundárního hluku
  - $\rightarrow$  Nízkofrekvenční hluk uvnitř vlaku
- ▶ Ze zkušeností vyplývá, že rozdíl mezi svislým průhybem „ $y$ “ a sekundárním průhybem  $\delta$  by neměl být větší než 6-7%, ekonomicky optimální hodnota je  $\leq 3-4\%$ .



Vossloh's performance center nabízí dodání výpočetního návrhu vhodného rozdělení pražců a tuhosti podložky pod kolejnicí. Naším cílem je dosažení ekonomicky efektivního systému upevnění s dlouhou životností bez vysokých udržovacích nákladů

## Výpčty podle Zimmermanna

Uvedený příklad platí pro PJD s hmotností na nápravu 15 tun. **Systém s tuhostí 17 kN/mm**; **Systém s tuhostí 30 kN/mm**



# Hluk a vibrace

## ► Primární hluk

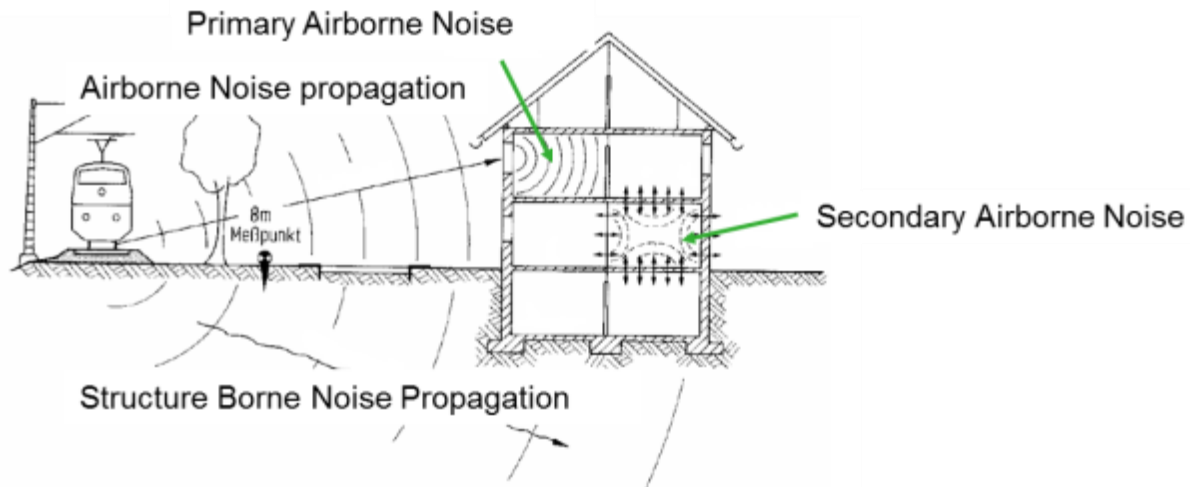
způsobený přímo zdrojem

- Uvnitř či vedle vozidla
- Uvnitř budovy pronikající dveřmi či okny.

## ► Sekundární hluk

zapříčiněný vibrací zdí, podlah a stropů

- připadající v úvahu u podzemních drah, u tratí chráněných protihlukovými stěnami, nebo v obytných místnostech, které jsou umístěné na straně odvrácené od železniční tratě.,



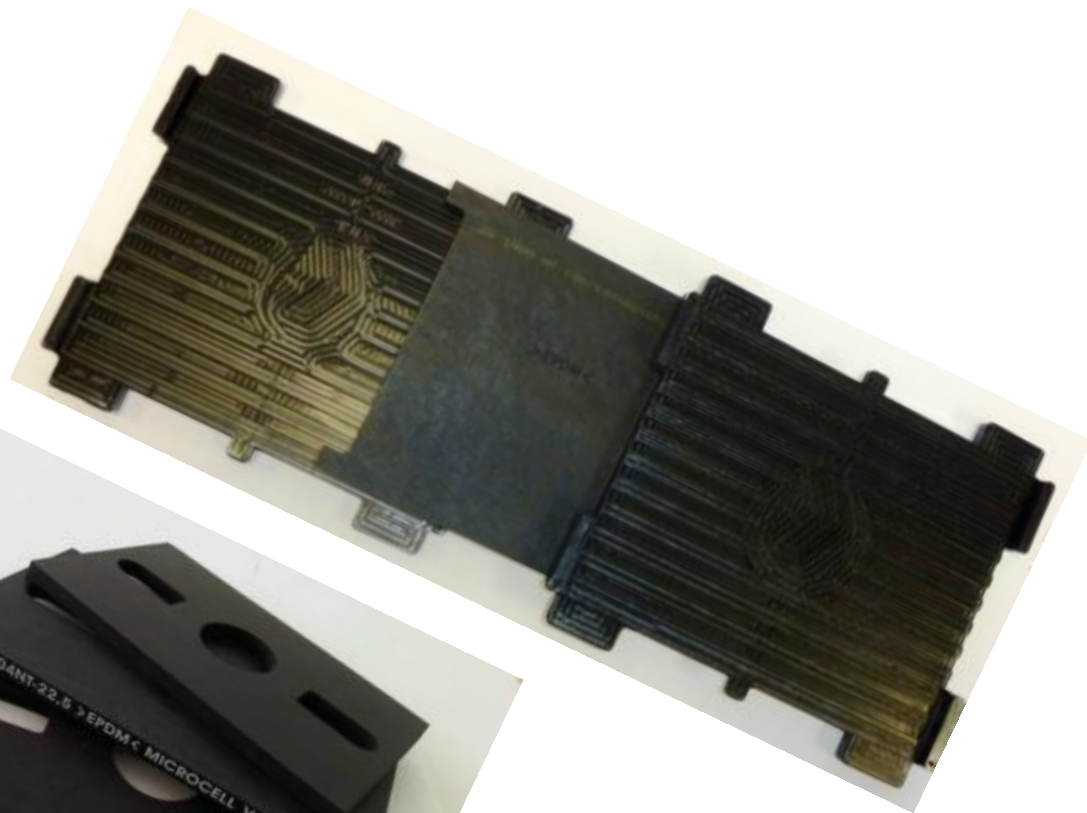
*Cellentic*® – Vysoce výkonný  
pružný EPDM materiál



## Cellentic® – Vysoce výkonný pružný EPDM materiál

Používá se pro

- Podložky pod kolejnici

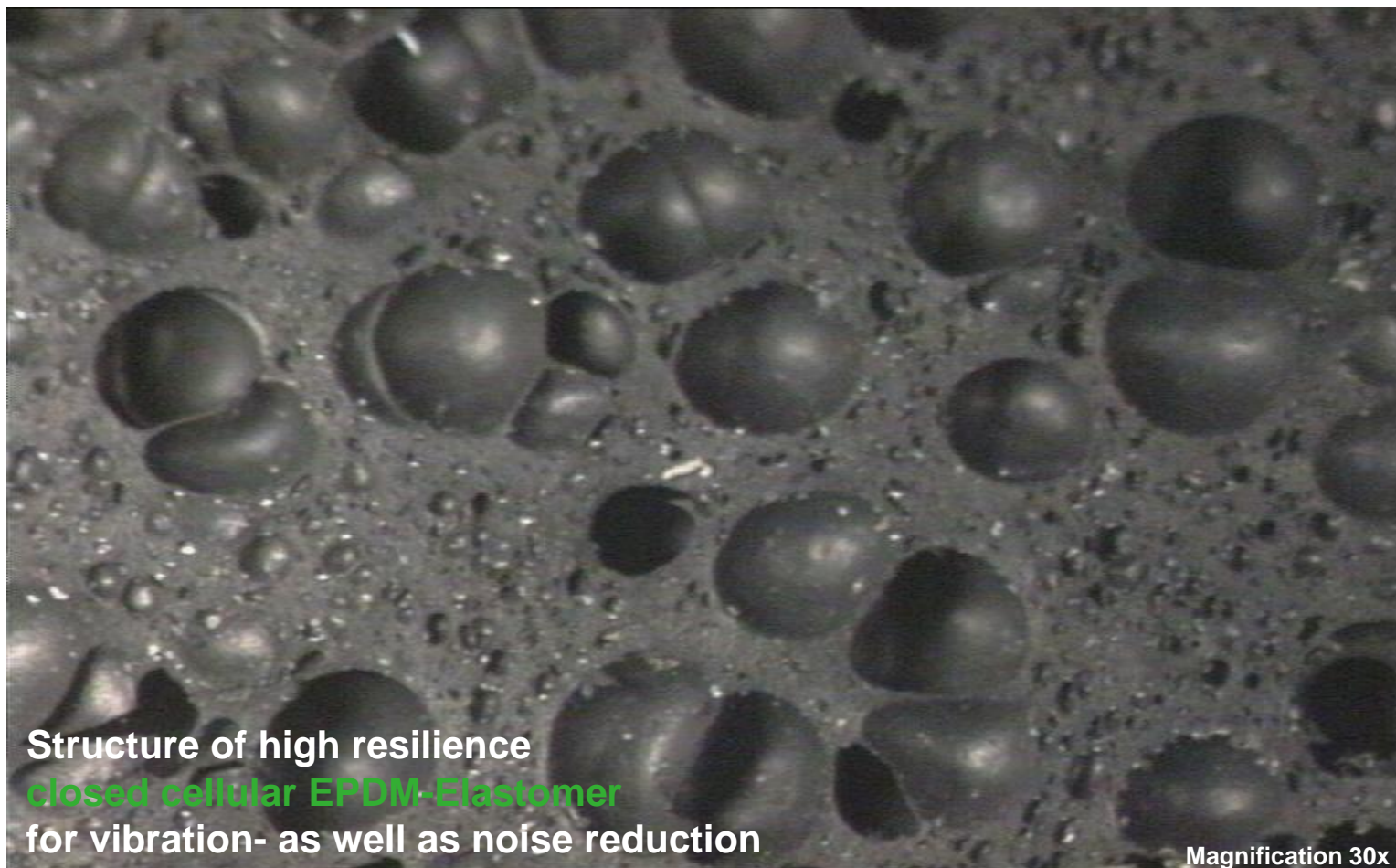


- Mezilehlé pružné podložky pod roznášecí deskou



## Cellentic® – Vysoce výkonný pružný EPDM materiál

Uzavřená struktúra (mikrocellular)

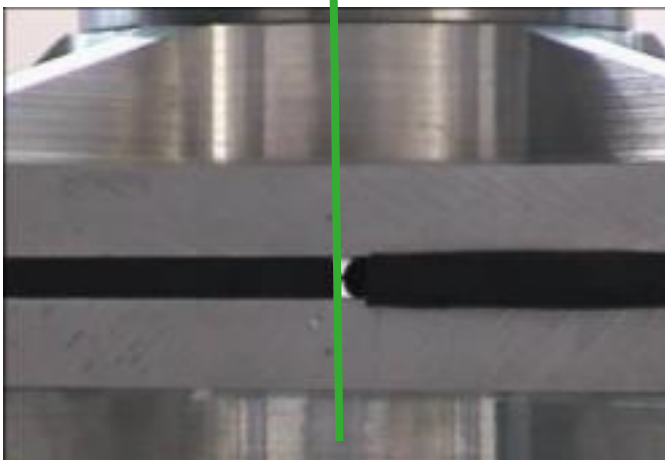
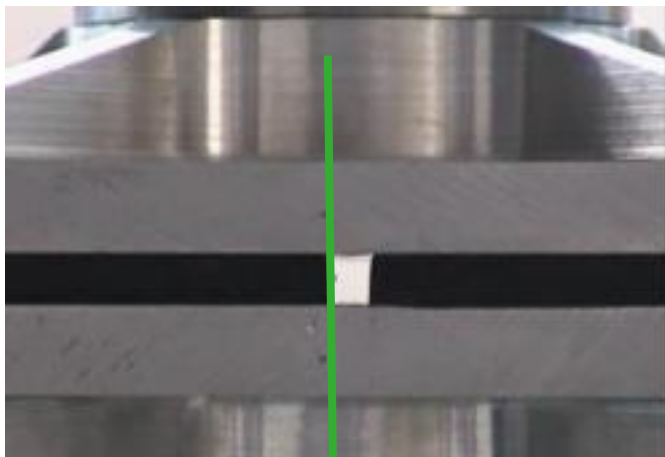


Structure of high resilience  
closed cellular EPDM-Elastomer  
for vibration- as well as noise reduction

Magnification 30x

## Cellentic® – Vysoce výkonný pružný EPDM material

Účinek kolejnicových podložek a pružných mezilehlých podložek



- Velmi vysoká pružnost a odolnost
- Vynikající útlum hluku a vibrace
- Vynikající odolnost proti stárnutí a povětrnostním vlivům
- Minimální nasákavost vody (uzavřená buněčná struktura)
- Vynikající odolnost proti UV záření a účinkům ozónu

## Cellentic® – Vysoce výkonný pružný EPDM material

### Účinek kolejnicových podložek a pružných mezilehlých podložek

- Minimální vliv vnější teploty na pružnost (testováno při teplotách od -50°C do +100°C)
- Nízká frekvenční závislost mezi 1 Hz and 30 Hz (pod dynamickým zatížením)
- Odolnost proti chlorovodíkové kyselině < 5%

Aplikovaný EPDM elastomer má ve své chemické struktuře nasycený polymerní hlavní řetězec, který způsobuje vysokou stabilitu proti široké škále chemických vlivů.

To vysvětluje mimořádnou tepelnou odolnost, odolnost proti stárnutí a povětrnostním vlivům na chování materiálu, stejně jako jeho vynikající trvanlivost.

## Cellentic® – Vysoce výkonný pružný EPDM material

Ozónová stabilita je v souladu s DIN 53509-1, Koncentrace ozónu 50 pphm, 72h

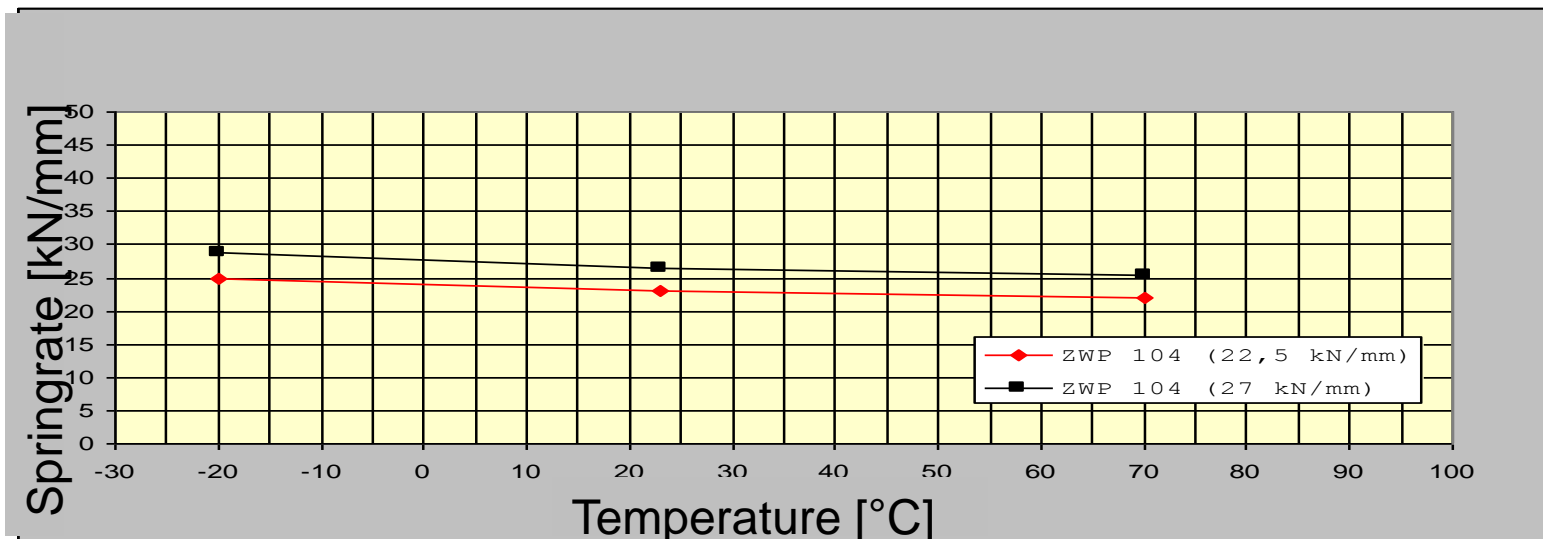




# Cellentic® – Vysoce výkonný pružný EPDM material

Vynikající výkonnost i při extrémních podmínkách

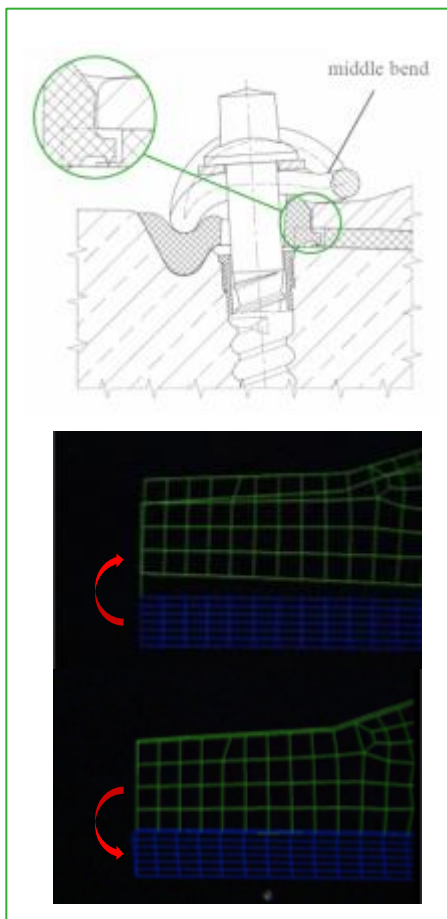
	Springrate	Springrate
Temperature	Zwp 104 (22,5 kN/mm)	Zwp 104 (27 kN/mm)
+ 70 °C	22,1	26,0
Room temperature	23,0	26,5
- 20 °C	24,8	28,7



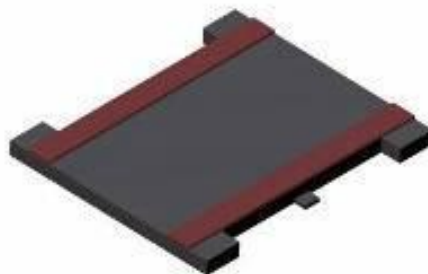
Ochrana proti nadměrnému vyklápění kolejnic speciální konstrukcí úhlové vodící vložky a podložky pod patou kolejnice.

## Ochrana proti nadměrnému vyklápění kolejnic speciální konstrukcí úhlové vodící vložky a podložky pod patou kolejnice.

Využití systému se předpokládá především v obloukách o malých poloměrech

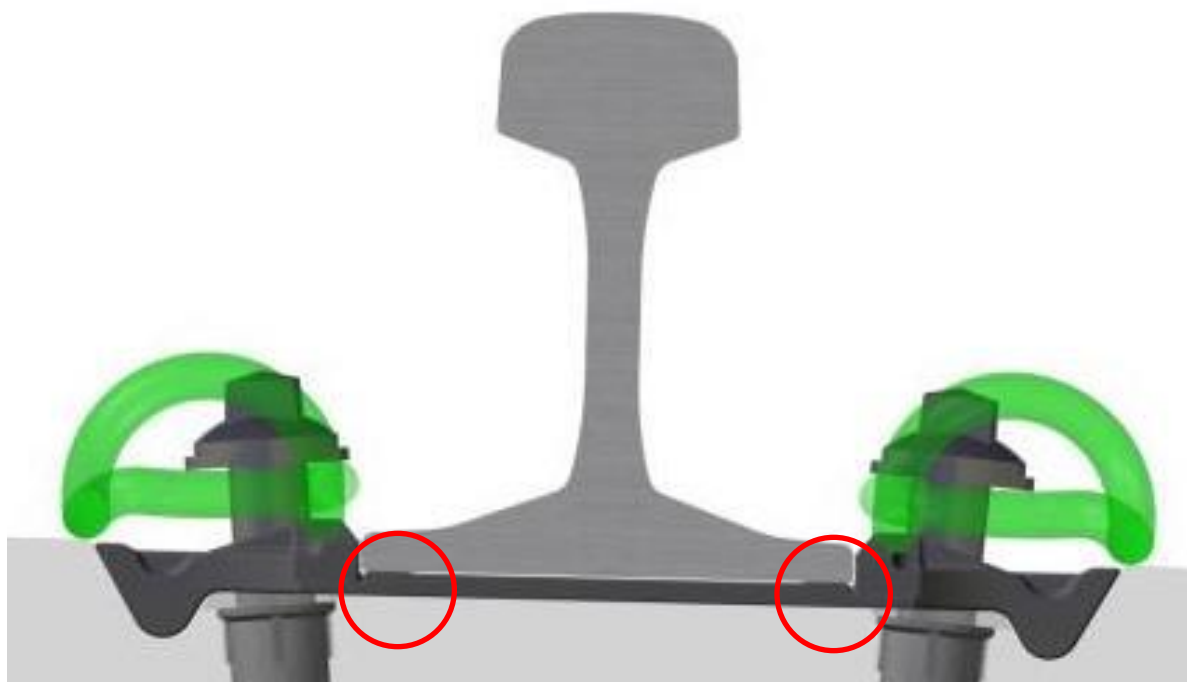


- ▶ Konstrukce úhlové vodící vložky s vystupující hranou na spodní straně vodící ploch brání nadměrnému otěru paty kolejnice o vodící vložku zamezuje nežádoucímu nadměrnému stlačování podložky pod kolejnicí

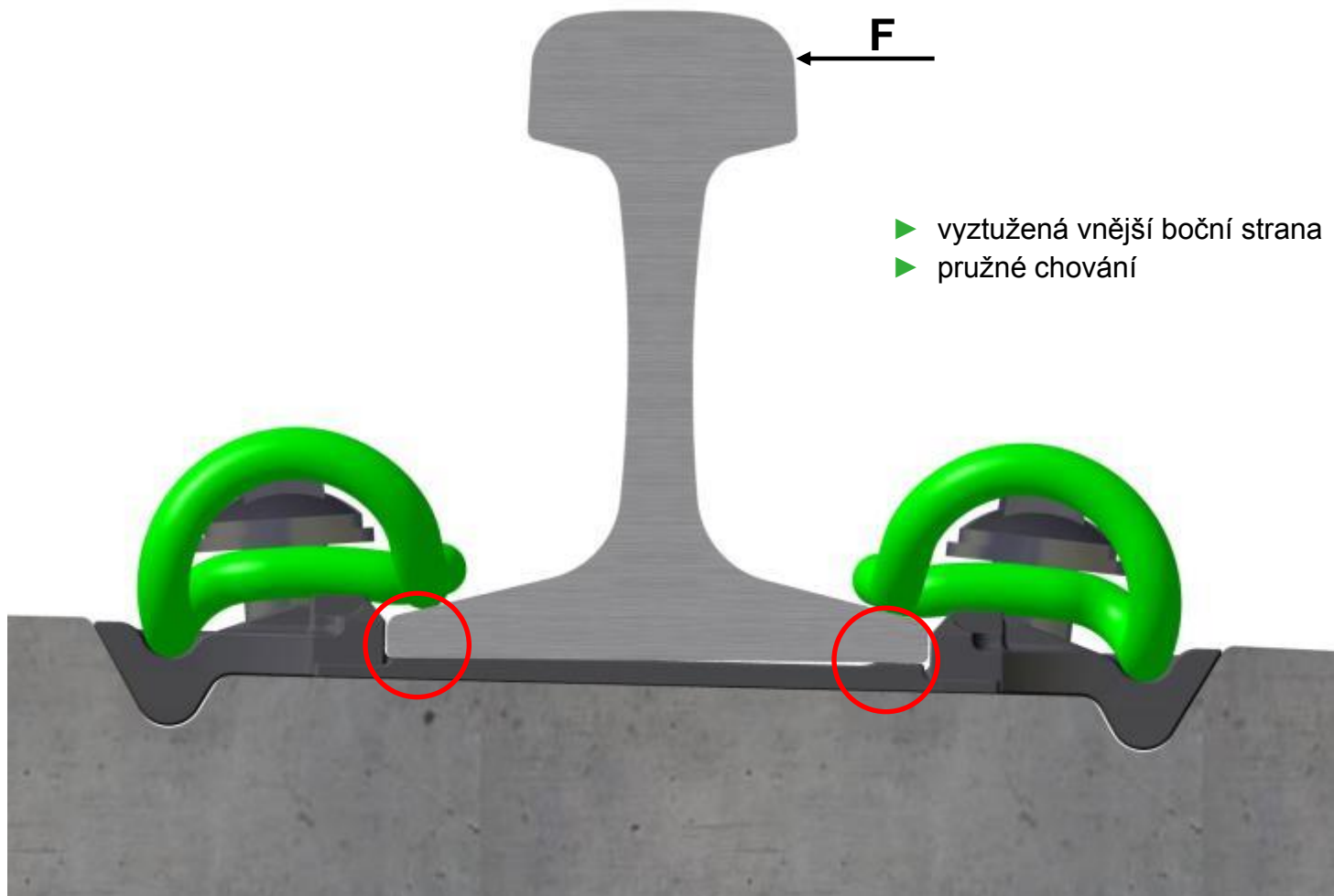


- ▶ Kolejnicová podložka s vyztuženými bočními plochami omezuje vyklápění kolejnic
- ▶ Použitý je vysoce kvalitní materiál tj. mikrobuněčný EPDM

Ochrana proti nadměrnému vyklápění kolejnic speciální konstrukcí úhlové vodící vložky a podložky pod patou kolejnice.



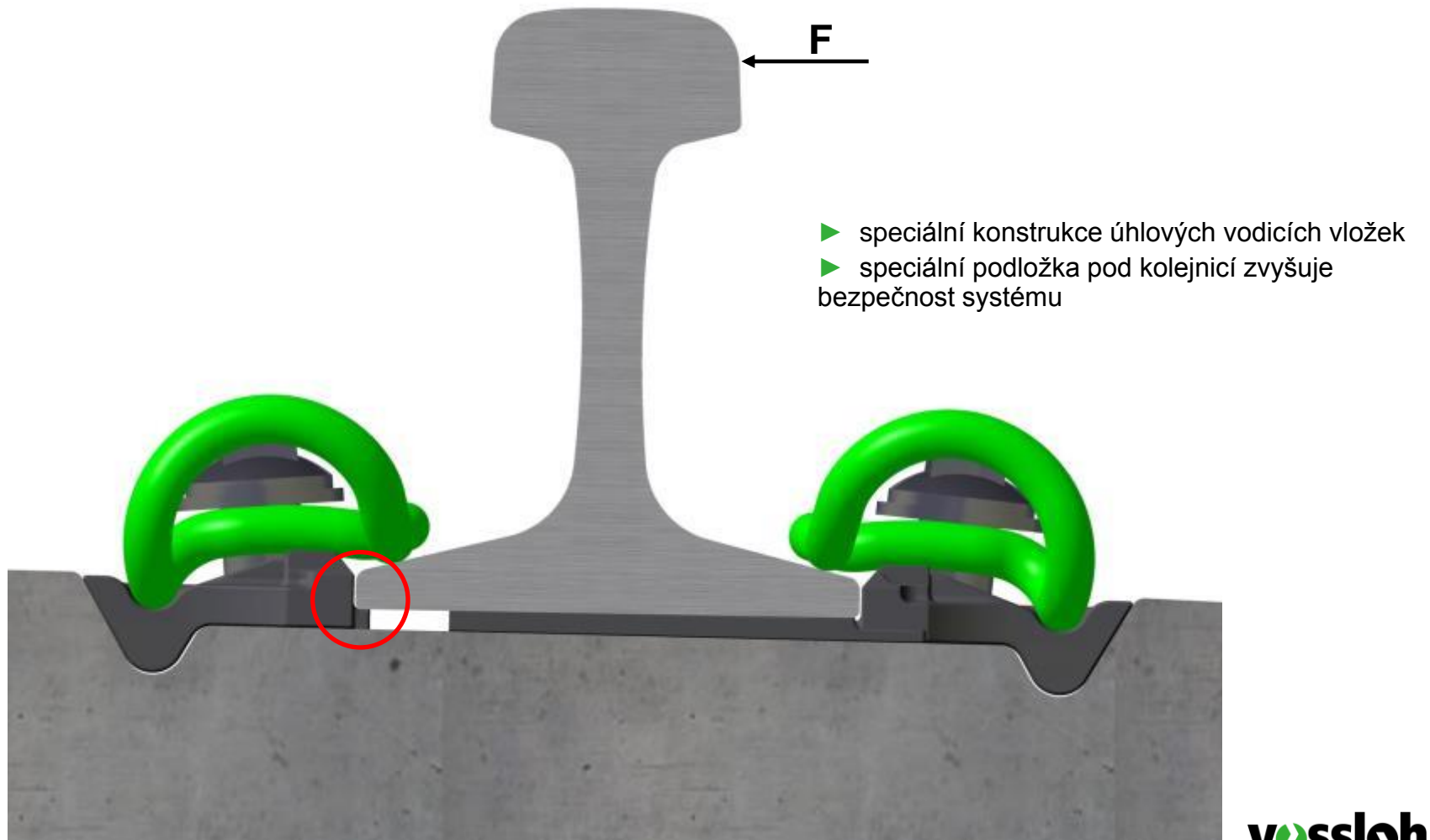
Ochrana proti nadměrnému vyklápění kolejnic speciální konstrukcí úhlové vodící vložky a podložky pod patou kolejnice.



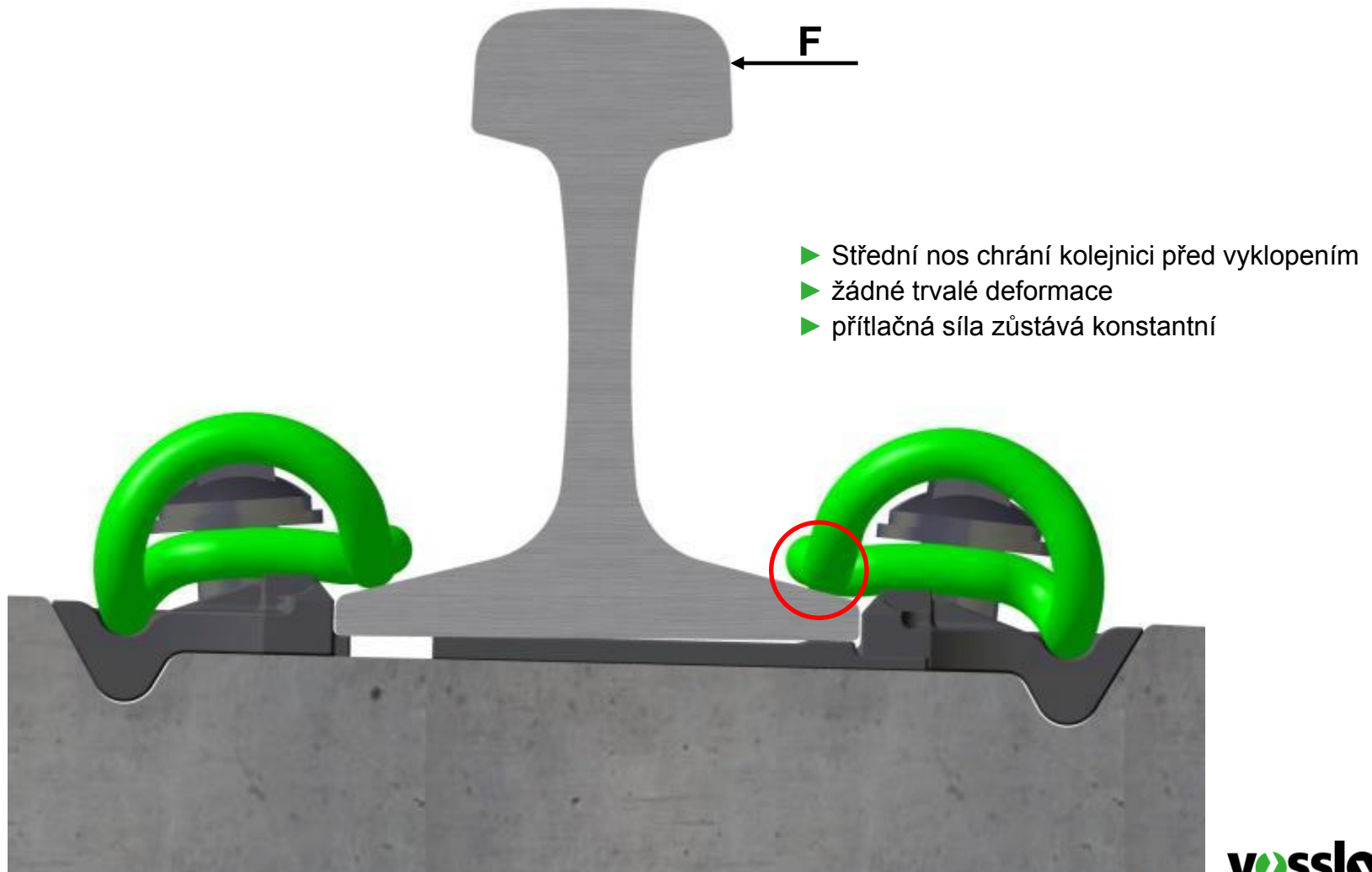
- ▶ vyztužená vnější boční strana
- ▶ pružné chování



Ochrana proti nadměrnému vyklápění kolejnic speciální konstrukcí úhlové vodící vložky a podložky pod patou kolejnice.



Ochrana proti nadměrnému vyklápění kolejnic speciální konstrukcí úhlové vodící vložky a podložky pod patou kolejnice.

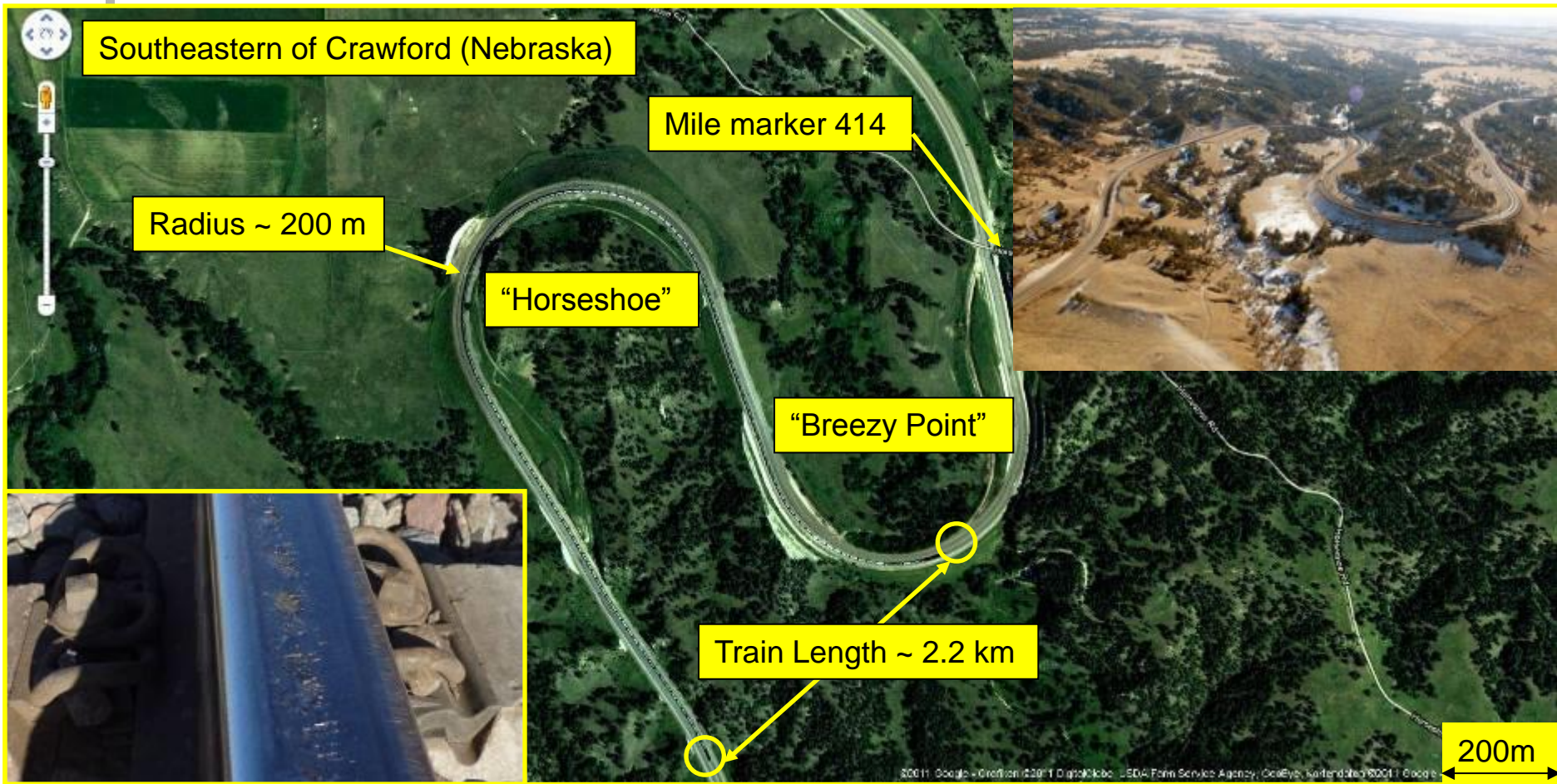


## Výhody pružných systémů s nízkou dynamickou tuhostí

- ▶ Delší životnost & vyšší jízdní komfort způsobený :
  - Vyšší pružností koleje, průhybem kolejnice s vyšším roznosem zatížení na více kolejnicových podpor ve srovnání s kolejí s tuhými podložkami
  - Ochranou pražcového podloží
  - Tlumením vibrací a dynamických účinků
- ▶ Snížení nežádoucího bočního vyklápění kolejnic úhlovými vodícími vložkami Wfp NT a podložkou pod kolejnicí NT
- ▶ Snížené opotřebení kolejnic i kol železničních vozidel

# Řešení konstruované na míru pro zákazníka – W systém HH

Podložky s tuhostí  $\geq 400\text{kN/mm}$





# Řešení konstruované na míru pro zákazníka – W systém HH

**Podložky s tuhostí  $\geq 400\text{kN/mm}$**

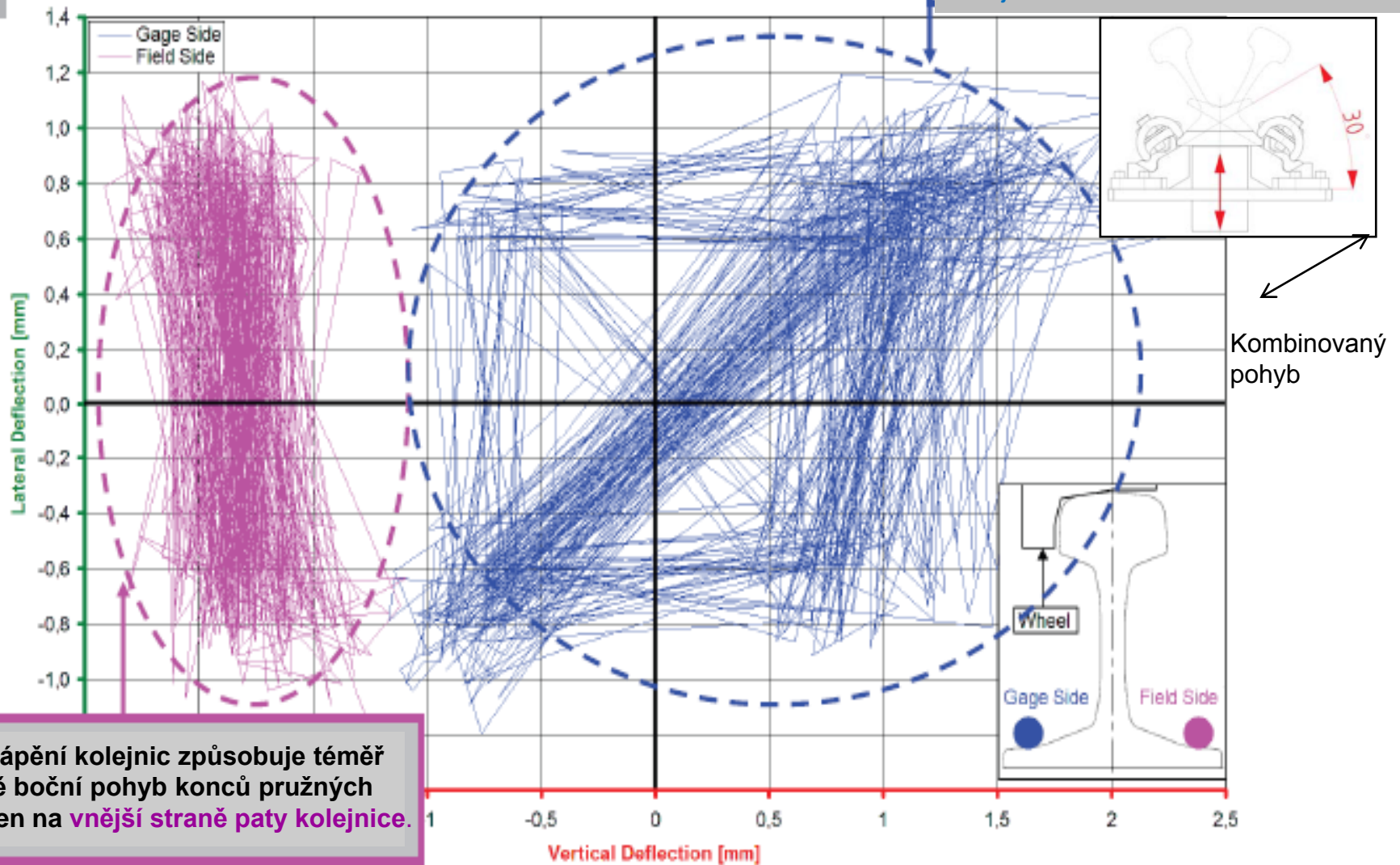




# Vossloh Fastening Systems

Základem je měření v trati v Crawfordu (Nebraska, USA)

Vyklápění kolejnic způsobuje kombinovaný pohyb konců pružných ramen na **vnitřní straně paty kolejnice**.



Kombinovaný pohyb

Vyklápění kolejnic způsobuje téměř čistě boční pohyb konců pružných ramen na **vnější straně paty kolejnice**.

# Zkoušky únavového limitu pružných svěrek

**Ve svislém směru**



**V bočním směru**



**V podélném směru**



Rok	Typ	Použití	Přínos	Únavový limit		
				Svislý	Boční	Podélný
1967	Skl 1	CR	První tvar W svěrky Skl	1,4	-	-
1989	Skl 14	CR	- Vyšší únavový limit - Není třeba otáčení svěrky pro předmontážní polohu	2,0	±0,4	±1,1
1988	Skl 15	CR HS	- Použití v pevné jízdni dráze - Vysoký únavový limit	3,0	±0,6	±1,1
2000	Skl 21	CR HS	- Vyšší únavový limit - Vyšší svěrná síla	2,5	±0,6	±1,1
2008	Skl 30	CR HS HH	- Univerzální použití - Vyšší svěrná síla	2,2	±0,6	±1,3
2011	Skl 40	HH	- Použití v nejextrémnějších podmínkách - Vyšší svěrná síla - Vysoký únavový limit	3,2	±1,4	±2,1



# System 300 NG

Osvědčený systém 300 byl podroben účinné optimalizaci. Výsledkem je systém 300 NG



# System 300 NG

## System Design - vývoj



- ▶ Optimální spolupůsobení všech prvků upevnění

**Tvar W u Skl 15 trvale zajišťuje vysokou přítláčnou sílu bránící nežádoucímu putování kolejnic**

**Roznášecí ocelová deska optimálně roznáší zatížení na vysoce elastickou podložku**

**Úhlové vodící vložky drží kolejnici v požadované poloze**

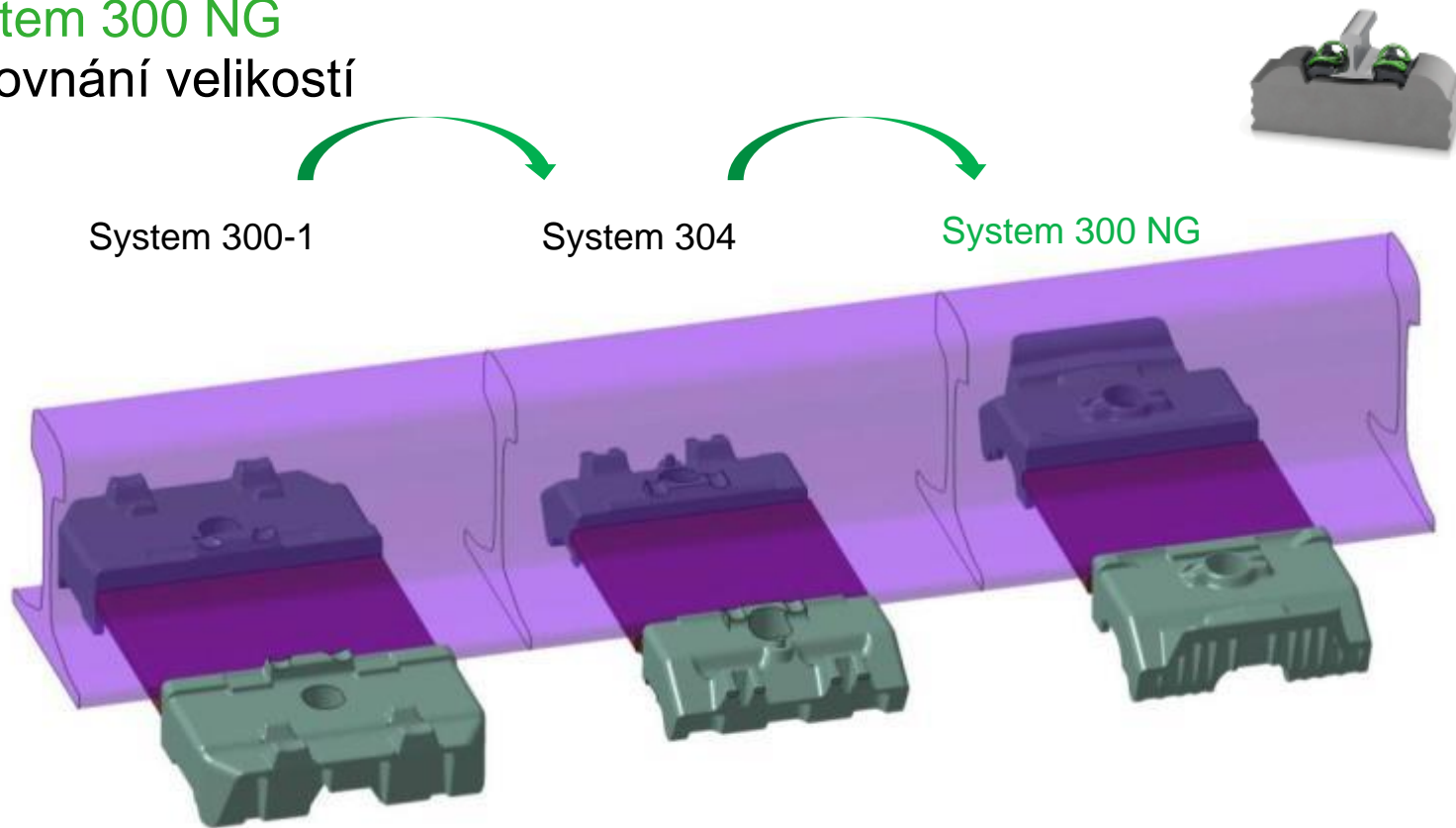
**Velmi pružná mezilehlá podložka pro snížení vibrací**  
Speciální pružnost cellenticu zajišťuje rovnoměrný a stály průhyb kolejnice. Vibrace jsou minimalizovány. Vyztužené boční plochy podložek pod kolejnicí brání nežádoucímu vyklápění kolejnic.

**Optimalizovaný tvar hmoždinek a vrtulí lépe roznáší napětí do pražce**

**vossloh**

## System 300 NG

### Porovnání velikostí



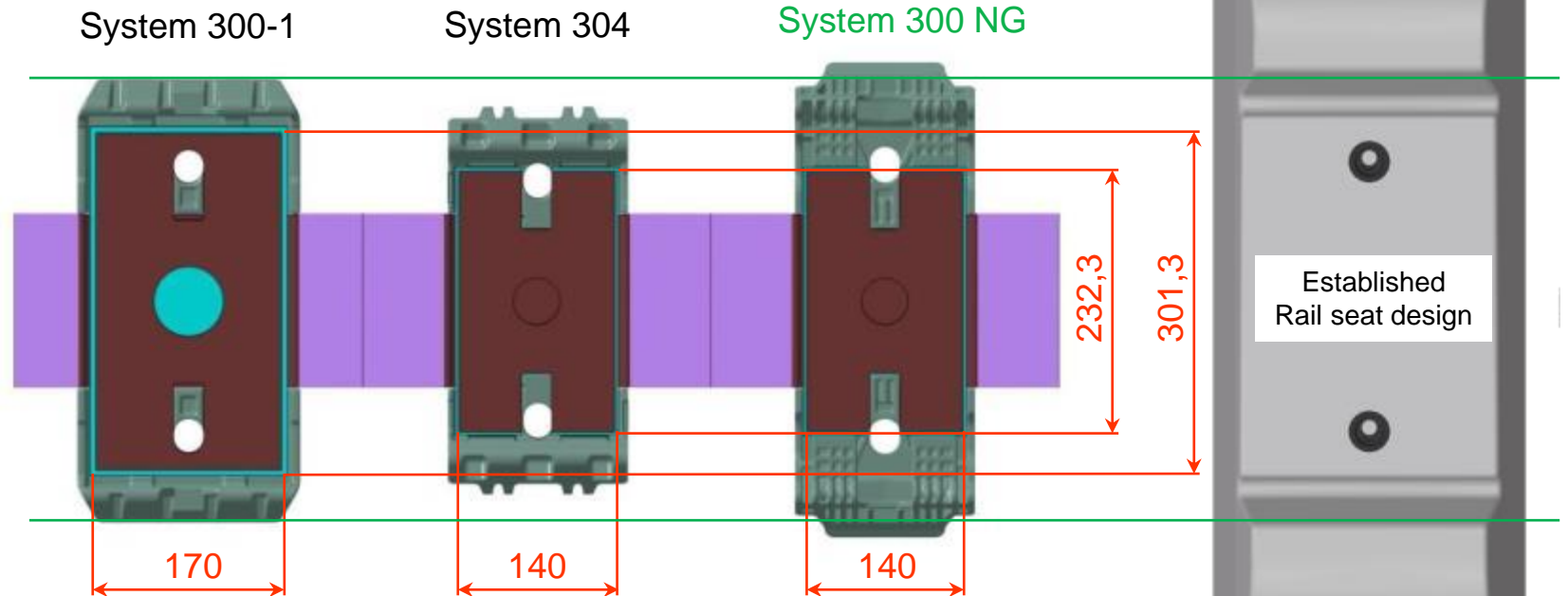
### Postup optimalizace

- ▶ System 300-1 jako základ
- ▶ System 304 byl zaměřen na zachování výkonnosti Systému 300-1 při menších nosných plochách
- ▶ Vytvoření vysoce výkonného systému 300 NG vychází z osvědčeného výkonu úspěšného předchůdce systému



## System 300 NG

### Přímé porovnání



#### Výsledek optimalizace:

- ▶ Shodná velikost mezilehlé desky systému 304, 300 UTS (schváleného pro použití v obloucích o malých poloměrech)
- ▶ Využití již existující roznášecí desky Grp systému 304, 300 UTS
- ▶ Využití již existující mezilehlé desky systému 304, 300 UTS
- ▶ Nově optimalizované úhlové vodící vložky
- ▶ 100% kompatibilní se standartní úložnou plochou pražce užívaného pro systém 300-1





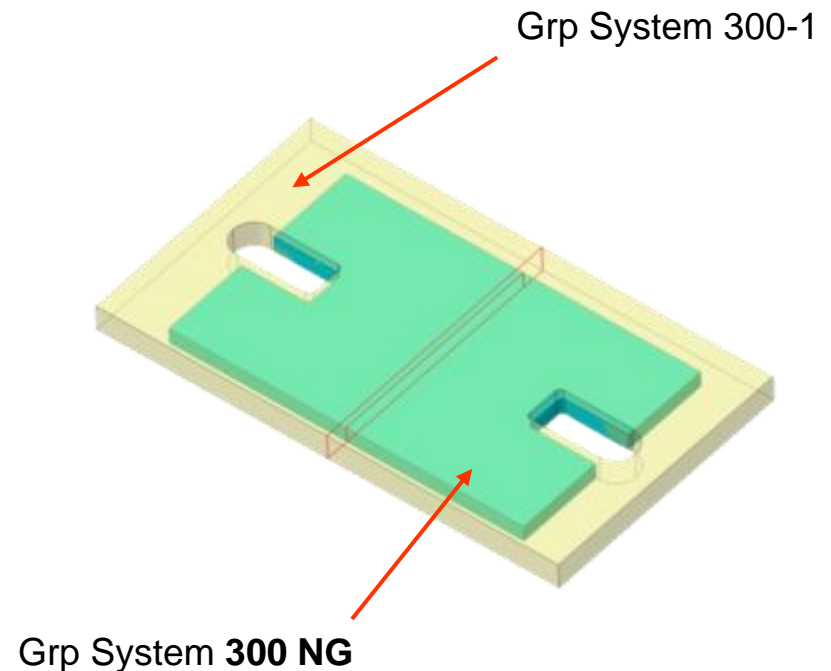
## System 300 NG

### Porovnání výsledků optimalizace u jednotlivých komponentů– Grp



► Snížení hmotnosti:

- Maximum bezpečnosti při minimální hmotnosti
- Optimalní využití pracovních ploch
- Optimalizace pomocí simulace FEM
- Optimalizované využití materiálu
- Snížení přepravních nákladů



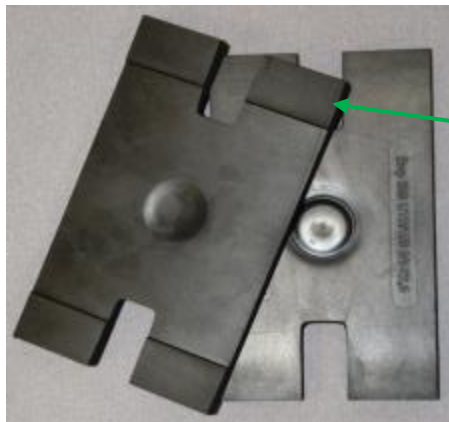
## System 300 NG

### Porovnání výsledků optimalizace u jednotlivých komponentů - Zwp

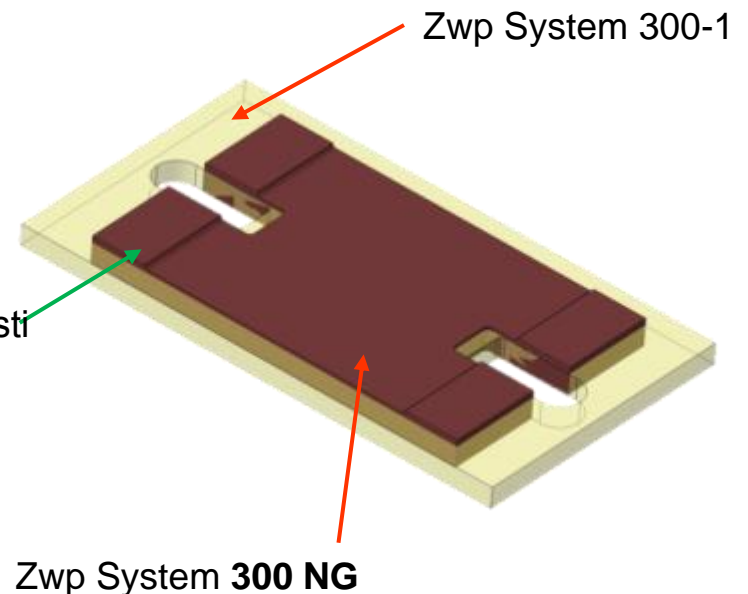


► Zlepšená efektivnost:

- Optimalizováno simulací FEM
- Vhodnějším rozložením materiálu bylo dosaženo požadované pružnosti s potlačením nežádoucího vyklápění kolejnic
- Optimalizovaný objem
- Optimalizované využití materiálu



Vyztužené oblasti



## System 300 NG

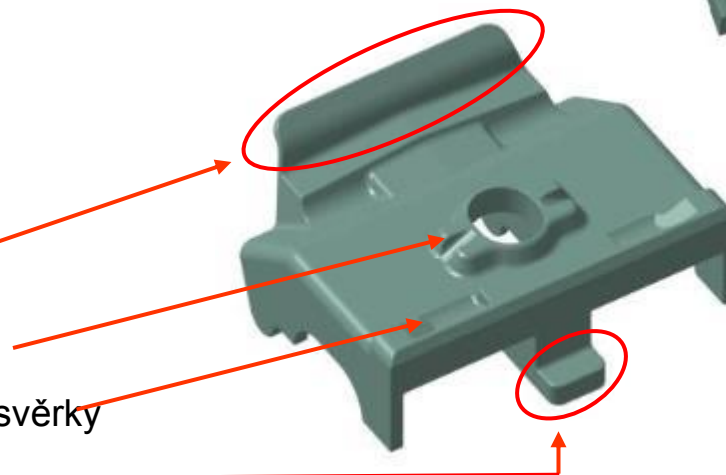
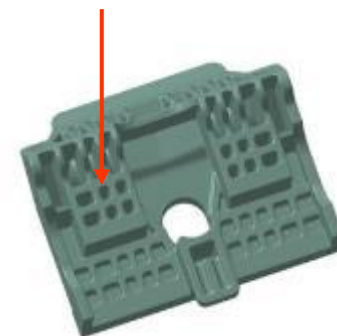
### Porovnání výsledků optimalizace u jednotlivých komponentů - Wfp



#### ► Zlepšená efektivita:

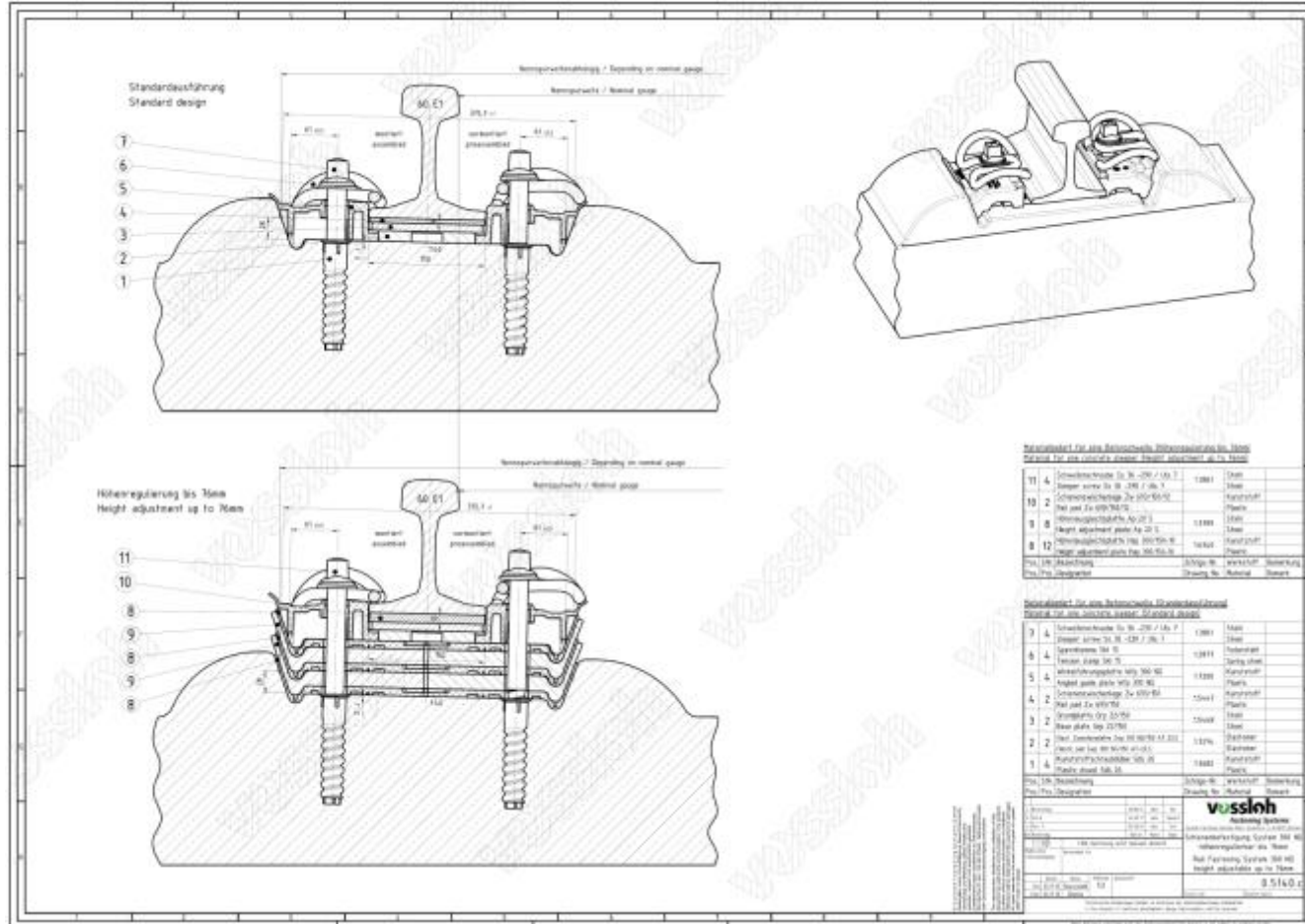
- Optimalizováno simulací FEM a simulací výroby ve formě
- Optimalizovaný roznos zatížení prostřednictvím speciálních žebér
- Voštinová struktura zlepšuje proces výroby ve formě
  - Snížené zbytkové pnutí
  - Zlepšená rozměrová přesnost
  - Optimalizovaný objem a hmotnost
- Optimalizované využití materiálu
- Snížení dopravních nákladů
- Příruba chránící proti nečistotám
- Nálitek zajišťující odvedení vody
- Optimalizovaná předmontážní poloha svěrky
- Přídavná ochrana proti vyklápení

Zlepšená voštinová struktura



# System 300 NG

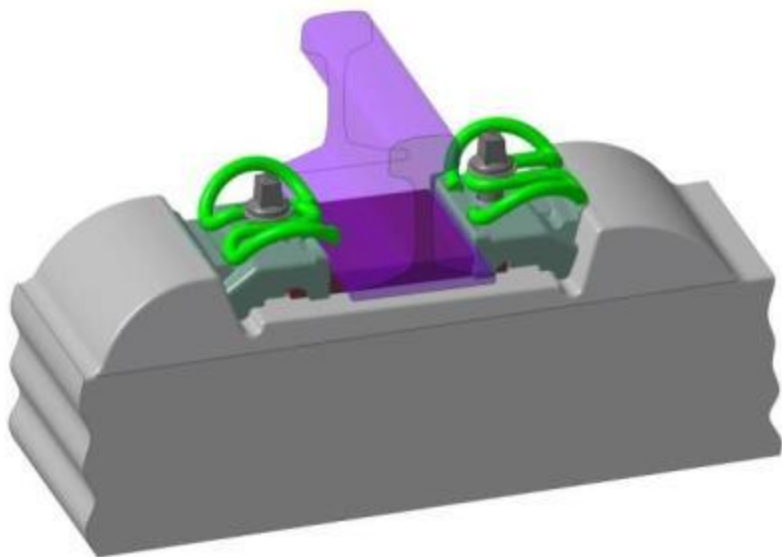
## Výkres systému



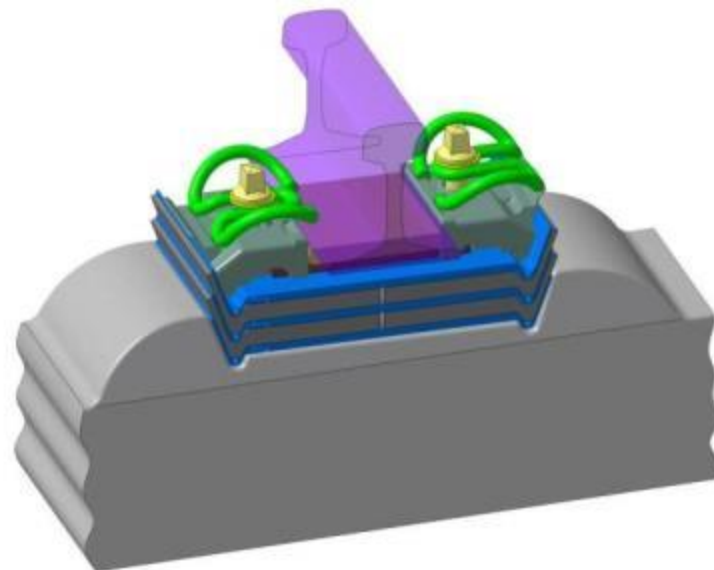
# System 300 NG System Design



Bez výškové regulace



S výškovou regulací +76mm



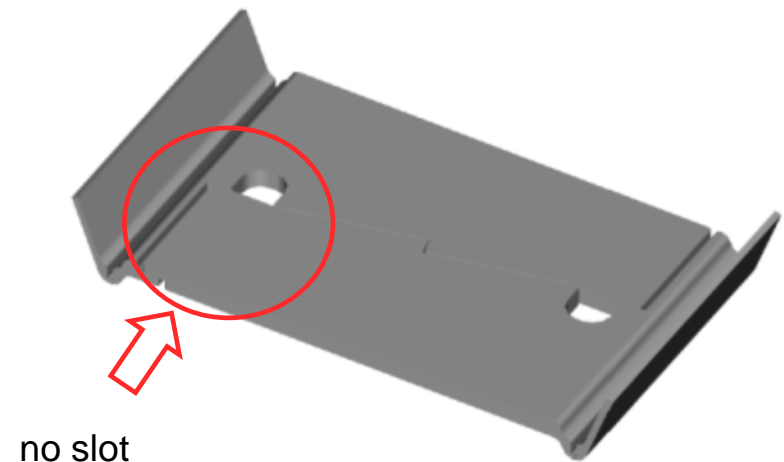
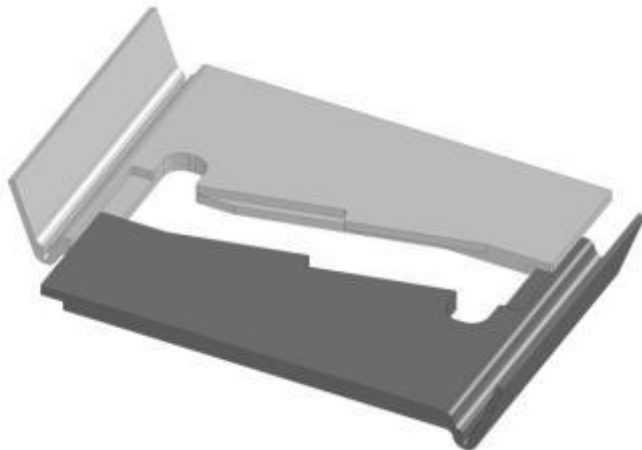
## W- Fastening

### Podložky pro výškovou regulaci – nový koncept



#### ► Optimalizovaná konstrukce:

- Zlepšený roznos svislého
- Žádná mezera mezi deskami
- Zlepšená účinnost
- Poka-Yoke – vylučuje pochybení při instalaci
  - V minulosti bylo nutné rozlišovat mezi pravou a levou podložkou
  - Nový návrh tuto nevýhodu eliminuje!



## System 300 NG

System Design - vývoj

Provozní ověřování probíhá v tunelu v Turecku





System 300 NG  
System Design - vývoj

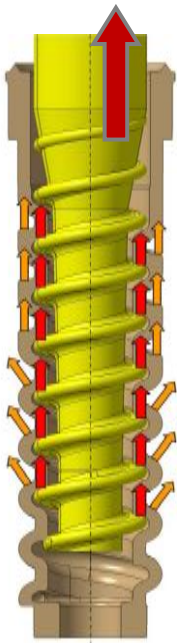


Bezpečný a bezúdržbový - stabilní systém, nedochází ke ztrátě geometrických parametrů koleje, lepší alokace zatížení a menší poškození úložné plochy pražce

Výhody systému– nízké nároky na údržbu

- Kombinace vrtule hmoždinka Sdue NG + Ss NG

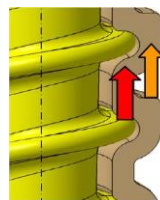
Tahové síly



- Vysoce kvalitní hmoždinky vyrobené z velmi kvalitních materiálů jsou extrémně zatížitelné a efektivní. Boční síly jsou sniženy, čímž je sníženo i namáhání pražců v okolí hmoždinek

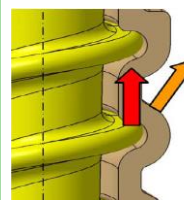
- **Tvorba trhlin kolem hmoždinek byla výrazně snížena**

Horní část: Osově síly působí striktně ve směru osy hmoždinky, **takže zde nevznikají žádné tangenciální síly**



Pouze osově síly

Spodní oblast: Osově síly zapříčiní deformaci hmoždinky, která vede ke vzniku relativně nízkých tangenciálních sil.



Osově síly a nízké tangenciální síly

Pevně věřím, že představené konstrukce najdou uplatnění v železniční síti ČR spravované SŽDC a přispějí ke zvýšení její kvality.

DĚKUJI ZA POZORNOST

Artur Wroblewski  
Vossloh Fastening Systems