

# KLANICE NÁKLADNÉHO VOŽŇA TYPU SNPS – KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIA A MECHANICKÉ ZAŤAŽENIE PRI PREPRAVE GUĽATINY A REZIVA

## STANCHIONS OF THE SNPS FREIGHT WAGON – STRUCTURAL SOLUTIONS AND MECHANICAL LOADING DURING LOG AND SAWN TIMBER TRANSPORT

Matej BÚRY<sup>1</sup>, Marián MORAVČÍK<sup>2</sup>

e-ISBN: 978-80-7560-564-1  
DOI: 10.46585/spkv20252659

ISSN: 3029-8342



### Abstrakt

Článok pojednáva o klanicovom systéme plošinových vožňov. Obsahuje prehľad štandardizovaných riešení, ktorý je doplnený o špecifické riešenia známe z prevádzky. Článok si nekladie za cieľ urobiť detailný prehľad všetkých riešení. Hlavný dôraz sa kladie na konštrukčné riešenie a optimalizáciu klanicového systému na vozni Snps. Ten zabezpečuje bezpečnú prepravu guľatiny vrátane reziva bez toho, aby došlo ku poškodeniu jeho hrán pri preprave.

### Klíčová slova

preprava reziva a drevnej guľatiny, klanica, vozeň Snps

### Abstract

*The article discusses the stanchion system of platform wagons. It contains an overview of standardized solutions, which is supplemented by specific solutions known from operation. The article does not aim to provide a detailed overview of all solutions. The main emphasis is placed on the design solution and optimization of the stanchion system on the Snps wagon. It ensures the safe transport of logs, including sawn timber without damaging its edges during transport.*

### Keywords

*log and sawn timber transport, stanchions, Snps wagon*

## 1 ÚVOD

Klanicové systémy sú kľúčové komponenty nákladných železničných vozidiel používané na zabezpečenie a upevnenie nákladu, najmä pri preprave dreva, oceľových výrobkov a iných dlhých materiálov. Výber vhodného klanicového systému závisí od:

- Typu prepravovaného materiálu
- Požiadaviek na nosnosť
- Typu vožňa a jeho nakladacieho profilu

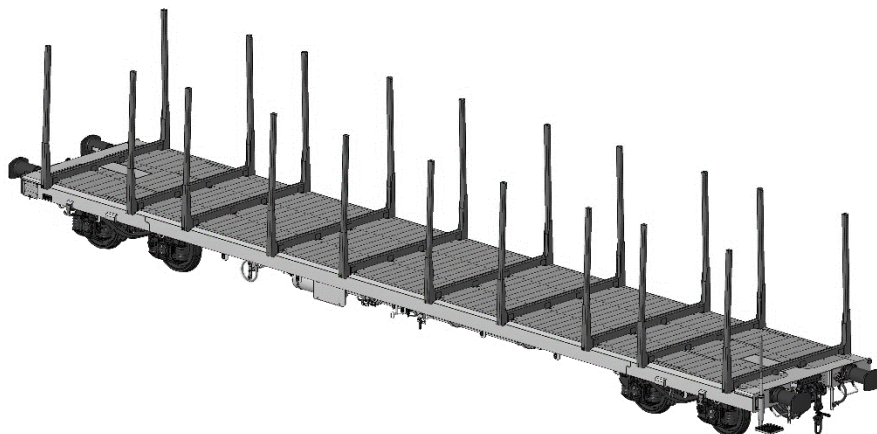
<sup>1</sup> Ing. Matej Búry. Tatrabagónka a.s. Štefánikova 887/53, 058 01 Poprad, Slovenská republika, tel.: +421 52 711 2301, e-mail: matej.bury@tatrabagonka.sk

<sup>2</sup> Ing. Marián Moravčík, Ph.D. Tatrabagónka a.s. Štefánikova 887/53, 058 01 Poprad, Slovenská republika, tel.: +421 52 711 2821, e-mail: marian.moravcik@tatrabagonka.sk

- Prevádzkových požiadaviek
- Klimatických požiadaviek

## 2 POPIS VOZŇA SNPS

Vozeň Snps je dvojpodvozkový, štvornápravový vozeň určený na prepravu guľatiny a reziva. Je schopný prevádzky na tratiach rozchodu 1435mm a je navrhnutý na klimatické podmienky teplôt v rozsahu od -25°C do 40°C v súlade s požiadavkami TSI na teplotnú triedu T1.



Obr. 1 Vozeň Snps, obrázok z 3D modelu

TATRAVAGÓNKA pri vývoji tohto vozňa zúročila cenné informácie a skúsenosti spoločnosti SETG nadobudnuté počas dlhodobej prevádzky vozňov na prepravu dreva. „DAC ready“ vozeň s nápravovým zaťažením 22,5 tony prináša optimalizovaný ložný prierez vozňa v kinematickom obryse G2/GI1, čo umožňuje efektívnejšiu prepravu drevenej guľatiny dĺžok 2.5 m, 3 m, 4 m a 5 m a balíkov reziva. Vozeň bol navrhnutý s prihliadnutím na hrubé zaobchádzanie pri manipulácii (nakládke / vykládke) drevenej guľatiny. Konštrukcia vozňa je z pohľadu pevnosti dimenzovaná pre nápravové zaťaženie 25 ton. Vozeň je vybavený drevenou podlahou o hrúbke 70 mm a nakladacou hranou, ktorá chráni podlahu vozňa voči poškodeniu. Podlaha vyžaduje nenáročnú údržbu. Všetky ovládacie prvky sú umiestnené pod krajným pozdĺžnikom, čím sa zabezpečí ich ochrana voči neželanému poškodeniu pri manipulácii s nákladom.

Tab. 1 Technická špecifikácia vozňa

| Parameter               |        |       | Parameter                  |      |      |
|-------------------------|--------|-------|----------------------------|------|------|
| Dĺžka vozňa             | [mm]   | 18440 | Výška nakl. roviny od T.K. | [mm] | 1260 |
| Ložná dĺžka             | [mm]   | 17200 | Výška osi A.S. od T.K      | [mm] | 1005 |
| Vzdialenosť otoč. čapov | [mm]   | 12900 | Vlastná hmotnosť           | [t]  | 22   |
| Max. rýchlosť           | [km/h] | 120   | Max. hmotnosť nákladu      | [t]  | 68   |
| Max. nápr. zaťaženie    | [t]    | 22.5  | Max. hmotnosť              | [t]  | 90   |

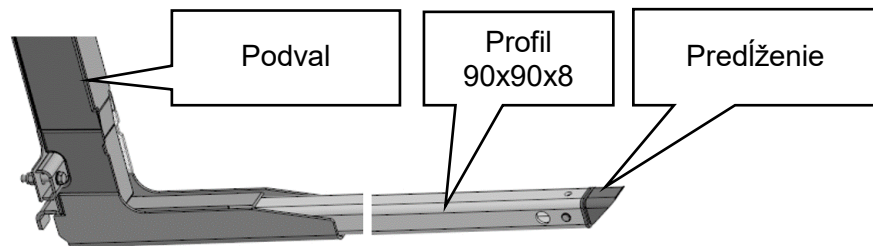
Najväčším benefitom vozňa je optimalizovaný klanicový systém, ktorý umožňuje:

- jednoduchú obsluhu, údržbu a výmenu
- kompletnú demontáž systému
- prepravu balíkov reziva
- pootočenie o 90° z dôvodu vhodne zvoleného štvorcového prierezu klanice
- zvýšenie ložného prierezu na maximálnu hodnotu 8,8 m<sup>2</sup> prostredníctvom špeciálneho adaptéra

### 3 KLANICOVÉ SYSTÉMY

#### 3.1 Požiadavky kladené na klanice

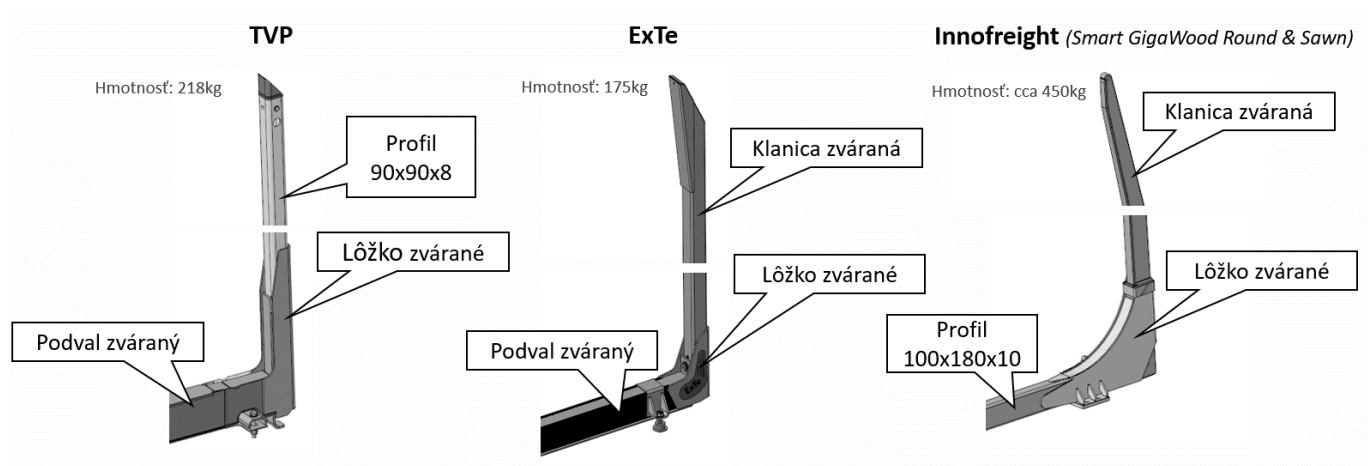
Hlavnou úlohou klanicového systému je udržanie nákladu v definovanom priestore. Klanice sa konštrukčne odlišujú podľa typu vozňa. U vozňov na prepravu zvitkov plechov sú klanice posuvné a otočné, u plošinových vozňov ich delíme na bočné a čelné pričom môžu byť sklopné a odnímateľné. V minulosti, kvôli vymeniteľnosti, sa používali štandardné sklopné klanice prípadne podľa konkrétnej požiadavky zákazníka sa prispôbovali druhu a povahe prepravy. V poslednom období je trendom použitie štandardizovaných riešení od etablovaných dodávateľov klaníc.



Obr. 2 Základné časti klanice vozňa SnpS

#### 3.2 Známe riešenia

Na trhu nákladných vozňov existuje niekoľko známych dodávateľov, ktorý sa zameriavajú na dodávky klaníc. Na obrázku 3 je porovnanie niektorých z nich.



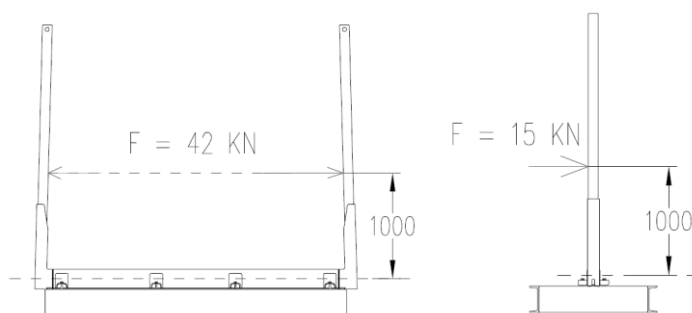
Obr. 3 Porovnanie klaníc od firiem Tatravagónka – ExTe – Innofreight

#### 3.3 Pevnosť klaníc

Pri skúškach nesmú byť na klaniciach alebo na ich upevnení prekročené hodnoty dovolených napätí podľa bodu 6.2.2. [1] a navyše sa po skúške nesmú vyskytovať zbytkové pnutia alebo významné trvalé deformácie. To sa týka klaníc vyrobených z bežnej ocele triedy S355 ako aj vysokopevných materiálov napr. S700MC.

##### Pevnosť bočných klaníc

Pevnosť bočných klaníc je definovaná v kap. 7.10.2 [1]. Pre vysokopevné klanice je predpísané statické zaťaženie ohybovým momentom 42 kNm v priečnom smere a 15 kNm v pozdĺžnom smere.



Obr. 4 Spôsob zavedenia síl na klanice

### Únavová pevnosť klaníc

Únavová pevnosť klaníc nie je normou definovaná a ani spôsob akým má byť zaťažovaná počas únavovej skúšky. Preto sa ako najvhodnejšie riešenie javí vykonanie merania na prototypovom vozni počas jazdnej pevnostnej skúšky. Jedná sa o skúšku, počas ktorej vozeň jazdí v rôznych prevádzkových podmienkach, za súčasného merania napätí. Namierané hodnoty amplitúd sa následne vyhodnotia a porovnajú s limitnými hodnotami.

## 4 NÁVRH, DIMENZOVANIE A SKÚŠKY

### 4.1 Návrh a dimenzovanie

Klanice predstavujú nosný prvok pri zabezpečení nákladu drevnej guľatiny a reziva počas prepravy. Správny návrh klanicového systému priamo ovplyvňuje bezpečnosť pri manipulácii s nákladom a stabilnú prepravu tovaru počas jazdy vozňa. Cieľom návrhu je splniť všetky legislatívne podmienky predpísané normou [1] a zároveň implementovať všetky empirické skúsenosti zákazníka do konečného výrobku.

Hlavným kritériom pri návrhu klanicového systému je splniť pevnostné kritéria definované normou [1]. Počas návrhu klanicového systému boli optimalizované nasledujúce veličiny:

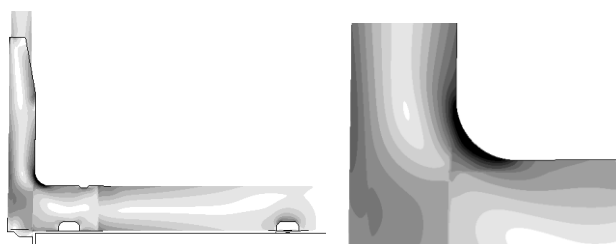
- Napätosť na podvale a klanici
- Deformácia klanice v priečnom smere

Deformácia klanice je dôležitá pre plnenie obrysu vozňa. Po zaťažení klanice nemôže žiadna časť vozňa (podvalu alebo klanice) presahovať cez obálku vozňa definovanú obrysom G2/GI1.

Návrh klanice pozostával z nasledujúcich krokov:

- Konštrukčný návrh klanice rešpektujúci konštrukciu vozňa a požiadavky zákazníka
- Pevnostný statický výpočet pomocou metódy konečných prvkov
- Identifikácia kritických miest na klanici
- Optimalizácia
- Výroba vzorky na statické a únavové skúšky

Odolnosť klanicového systému bola optimalizovaná pomocou numerických výpočtov. Optimalizácia spočívala v dosiahnutí napätosti na konštrukcii klanice pod dovolenou hodnotou napätí. Pomocou numerických výpočtov bolo identifikované kritické miesto na podvale a klanici, ktoré bolo následne konštrukčne optimalizované.



Obr. 5 Kritické miesto klanicového systému

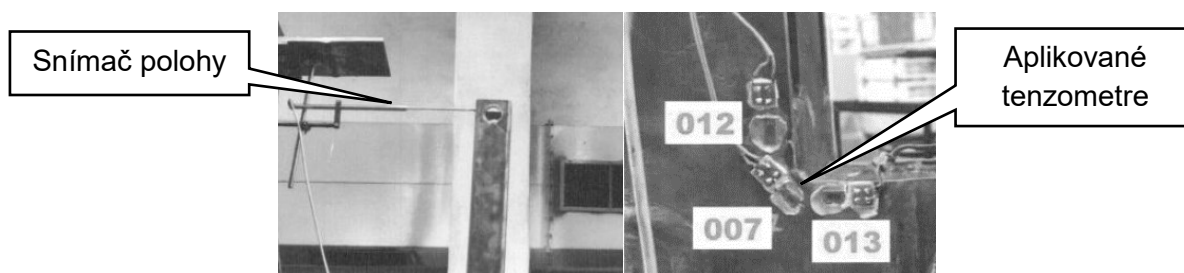
## 4.2 Skúšky

Po skončení konštrukčného návrhu a optimalizácii klanicového systému bolo nevyhnutné overiť správnosť výpočtov pomocou pevnostných skúšok.

Pevnostné skúšky môžeme rozdeliť na:

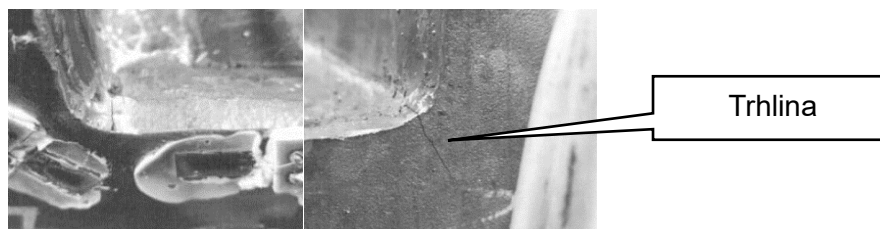
- Statické skúšky podľa normy [1]
- Únavová skúška klanice v priečnom smere

Na vzorke klanicového systému boli na základe výsledkov numerickej analýzy identifikované miesta s lokálne zvýšenou koncentráciou napätí. Do týchto oblastí boli umiestnené tenzometrické snímače, ktoré umožnili presné meranie stavu napätosti v konštrukcii počas zaťažovania. Okrem toho bola vzorka vybavená snímačom polohy, slúžiacim na sledovanie priebehu deformácie v priečnom smere počas aplikácie zaťažovacích síl.



**Obr. 6** Aplikovaný snímač polohy a nalepené tenzometre

Pevnostné skúšky odhalili nedostatky v pôvodnom návrhu klanice, a to najmä v oblasti kritického miesta. Počas únavovej skúšky došlo k iniciácii a rastu trhliny v oblasti podvalu vzorky, čo potvrdilo nevhodné napäťové pomery v danej časti konštrukcie.

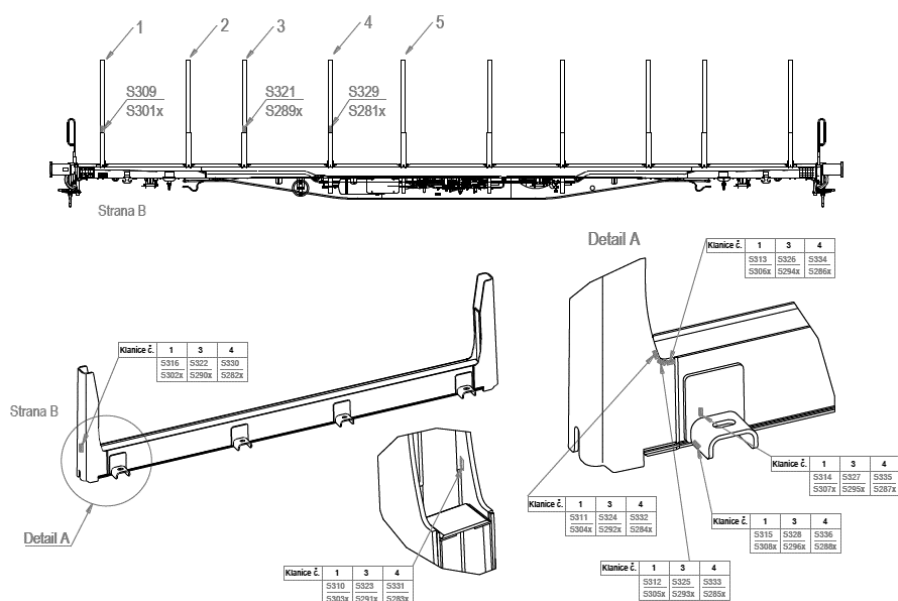


**Obr. 7** Identifikovaná trhlina pri únavovej skúške

Na základe výsledkov meraní a identifikácie kritického miesta so zvýšenou koncentráciou napätí, kde došlo ku vzniku trhliny, boli následne realizované opatrenia na optimalizáciu s cieľom zníženia napätí v kritickej oblasti. Toto miesto bolo tvarovo upravené a lokálne zosilnené s cieľom zníženia koncentrácie napätí. Zároveň bola upravená technológia výroby a následného opracovania tohto miesta. Optimalizáciou technologického postupu sa zabezpečila vyššia kvalita povrchu a presnosť výroby, čo má priamy vplyv na zvýšenie pevnosti a únavovej životnosti kritického miesta.

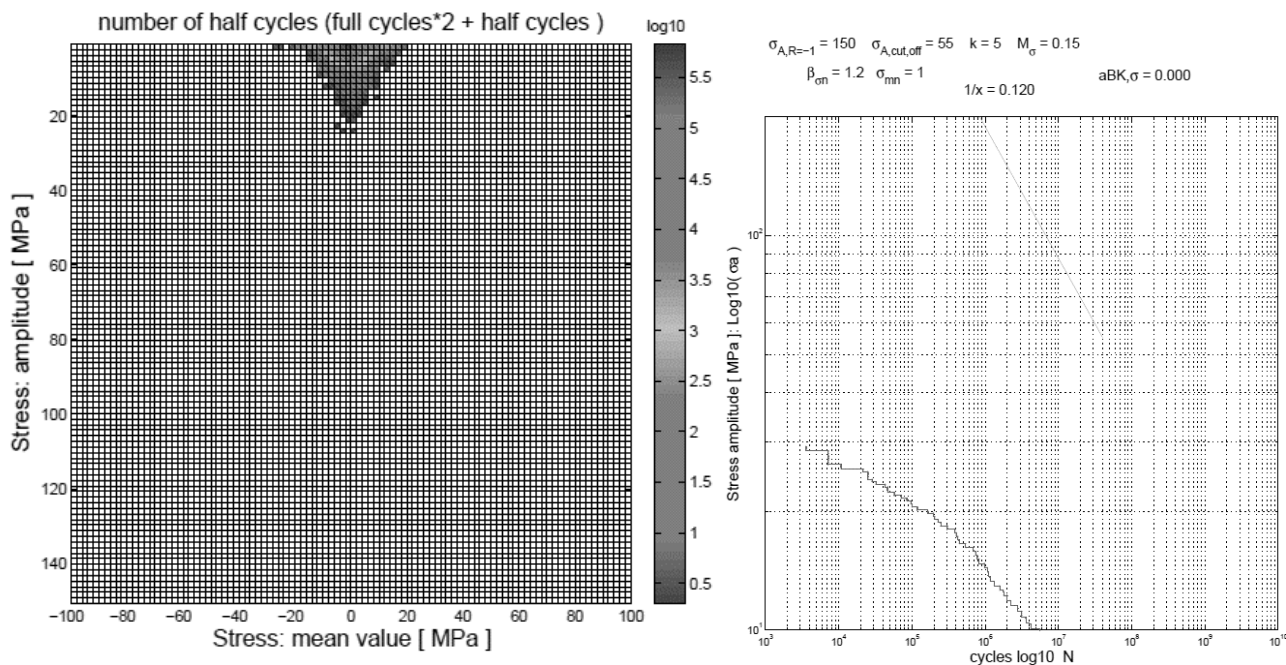
Po realizácii úprav prebehli pevnostné skúšky bez výskytu trhlín a bez prekročenia dovolených hodnôt napätí stanovených výpočtom a normami. Uskutočnené opatrenia tak preukázali svoju účinnosť z hľadiska zvýšenia pevnosti a spoľahlivosti klanicového systému.

Pre potvrdenie týchto záverov bol prototypový vozeň osadený tenzometrami pre jazdnú pevnostnú skúšku, konkrétne viď obrázok 8. Najlepšie výsledky predstavujú práve závery z prevádzkového merania.



Obr. 8 Tenzometrické snímače počas jazdnej pevnostnej skúšky [5]

Pre vyhodnotenie boli z normy zvolené dva postupy hodnotenia: metóda kumulácie poškodenia konceptom vrubových napätí podľa FKM Guideline 6th Edition 2012 [4] a metóda kumulácie nominálnych napätí podľa DVS 1612 [3]. Tieto postupy sú v súlade s normou EN 12663-1+A1 [2] a so súčasným stavom techniky. Stupeň využitia materiálu bol počítaný pre životnosť vozidla 30 rokov v kilometrickom priebehu pre jeden rok 100 000 km v loženom stave.



Obr. 9 Príklad vyhodnotenia výsledkov – tenzometer umiestnený na klanici

## 5 SKÚSENOSTI Z PREVÁDZKY

Nebýva bežným zvykom, že by sa zákazník s výrobcom delil o skúsenosti z prevádzky vozňov. V tomto prípade však po ročnej prevádzke zdieľal všeobecnú veľkú spokojnosť, ktorá sa dá heslovite zhrnúť nasledovne:

- Klanicový systém je výborný. Odolnosť samotnej klanice je nad očakávania.
- V prevádzke došlo aj ku poškodeniu podvalu, čo bolo spôsobené úderom od nakladača, vozne sú štandardne vykladané aj nakladané veľkým drapákom, ktorý dokáže vyložiť guľatinu na jeden krát
- Odolnosť vozňa je tiež nad očakávania. Doposiaľ nedošlo ku žiadnemu poškodeniu výstroje
- Veľkou výhodou oproti existujúcim vozňom Snps v prevádzke je efektívnosť a využiteľnosť. Vozne sú prepravované z pohľadu naloženia maximálne efektívne, cesta tam guľatina / cesta späť rezivo. Guľatina je naložená kopcovito (do koruny), ani v jednom prípade sa vozeň nepodarilo preťažiť.



**Obr. 10** Naloženie vozňa „do koruny“ počas skúšok vo VÚKV

- Koncoví zákazníci si vozeň veľmi pochvalujú pre jednoduchosť manipulácie, odolnosť vozňa a štíhly dizajn klanicového systému
- Drevená podlaha na vozni je plne vyhovujúca a pre tento spôsob prepravy dreva predstavuje najodolnejší materiál. Zákazník uvítal jednoduchosť a nízke náklady na opravu.
- Oproti existujúcim vozňom Snps je vozeň v prevádzke o 20% úspornejší z pohľadu trakcie. To je z dôvodu použitia chrbtíčkovej konštrukcie vozňa a ďalej jeho tuhosťou. Existujúce vozne Snps v prevádzke výrazne kmitajú, čo zapríčiňuje zvýšený odpor pri ich ťahaní. Vozne sú prevádzkované v Rumunsku, Slovinsku a inde na nekvalitných tratiach, a tam sa výrazne prejavuje kmitanie týchto vozňov. Vozne Snps z produkcie Tatravagónky takýto problém nemajú.
- <https://youtube.com/watch?v=cj49X-EH4OA&feature=shared> - cca od 50sek.
- Ďalším negatívnym sprievodným javom od kmitania je nežiadúci pohyb reziva na podvaloch počas prepravy. Je bežné, že balíky reziva sa musia často naprávať čo vedie ku výrazným viac nákladom. U nového vozňa Snps sa to nedeje.

## 6 ZÁVER

V článku bol v krátkosti popísaný vozeň Snps, ktorý má v porovnaní s existujúcimi vozňami niekoľko zásadných výhod. Zameriava sa na klanicový systém vozňa, ktorého riešenie je porovnané s vybranými konkurenčnými riešeniami. Nasledujú požiadavky pre návrh a dimenzovanie klaníc. Podrobne sú popísané vykonané skúšky a v samostatnej kapitole sa autori podelili aj so skúsenosťami zákazníka z prevádzky.



### Literatura

- [1] ČSN EN 12663-2+A1:2024. *Železniční aplikace – Pevnostní požadavky na konstrukce skříní kolejových vozidel – Část 2: Nákladní vozy.*
- [2] ČSN EN 12663-1+A1:2024. *Železniční aplikace – Pevnostní požadavky na konstrukce skříní kolejových vozidel – Část 1: Lokomotivy a vozidla osobní dopravy (a alternativní metoda pro nákladní vozy).*

- [3] DVS 1612:2014. *Design and endurance strength analysis of steel welded joints in rail-vehicle construction.*
- [4] FKM Guideline. *Analytical strength assessment of components made of steel, cast iron and aluminum materials in mechanical engineering.* 6<sup>th</sup> revised edition, 2012.
- [5] VÚKV a. s. *Čtyřnápravový plošinový vůz řady Snps, typ N-251-00, Jízdní pevnostní zkouška.* Protokol VÚKV 22-P 063. 2022.

*Zasláno / received: 12. 06. 2025, přijato / accepted: 28. 06. 2025, publikováno / published: 17. 09. 2025.*

*Příspěvek recenzovali / The paper was reviewed by: prof. Ing. Bohumil Culek, CSc. (Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera), Ing. Zdeněk Malkovský, Ph.D. (VÚKV a.s.).*