

PRAKTICKÉ SKÚSENOSTI A POSTREHY Z OBLASTI POUŽITIA PRIEMYSLOVÉHO TESNENIA II

Martin TESAŘ

Vážení čitatelia,

Dovoľte mi za spoločnosť Pokorný spol. s r.o. Brno , ktorá je na česko-slovenskom trhu s priemyselnými tesneniami skoro 30 rokov, podeliť sa o naše praktické skúsenosti a postrehy z oblasti tesnení.

Ucelený prehľad o činnosti firmy Pokorný spol.s.r.o Brno si môžete urobiť na
<https://www.tesneni.cz/sk>

V prípade otázok nás neváhajte kontaktovať na info@tesneni.cz

Za spoločnosť Pokorný spol.s.r.o Brno

Tím skupiny Flange management

Tento krát by sme sa radi chceli s Vami podeliť o naše skúsenosti a zistení, vyplývajúcich z našich marení trení vo skrutkovom spoji.

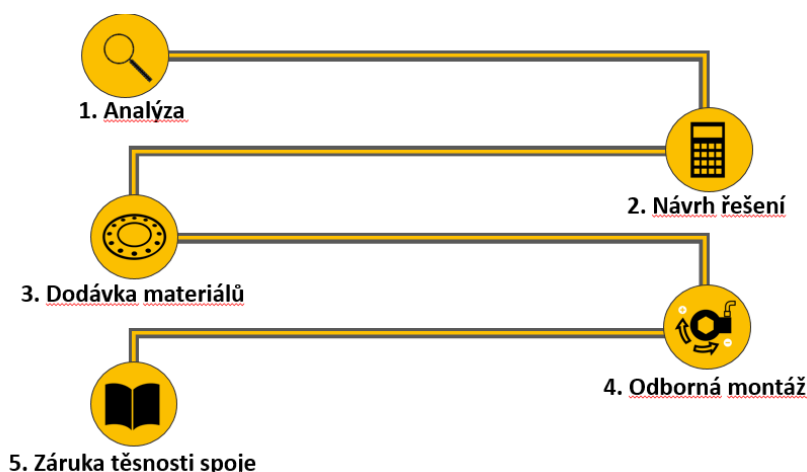
Ide o 2 odborne články:

- ***Vplyv mazania na prenos síl pri ťahovaní skrutkového spoja***
- ***Mazacie pasty pre bežné skrutkové spoje***

Vplyv mazania na prenos síl pri ťahovaní skrutkového spoja

Na základe našich dlhoročných skúseností vieme, že dodať zákazníkovi na stôl iba katalóg s tesnením nestačí. Z tohto dôvodu ponúkame priemyselným podnikom pomocnú ruku s komplexným riešením netesností v ich prevádzkach.

1. Analýza
2. Návrh riešení
3. Dodanie materiálu
4. Odborná montáž
5. Záruka tesnosti spoja



Postup optimalizácie tesnosti spoja

Neoddeliteľnou súčasťou našich riešení je detailná znalosť mazív používaných pri montáži skrutkových spojov. V tomto článku by sme Vás radi zoznámili so zisteniami, ktoré sa týkajú **vplyvov trenia v závite a pod maticou na výpočet ťahovacieho momentu a tesnosť prírubového spoja**.

Pre mazanie skrutkových spojov je treba použiť mazivo, u ktorého sú výrobcom uvedené informácie o súčiniteľoch trení v závite (μ_{th}) a pod maticou (μ_b). Tieto hodnoty musia byť namerané podľa normy EN 16047, ktorá popisuje spôsob a **postup merania trení v skrutkovom spoji**. Znalosť súčiniteľov trení (μ_{th}) a (μ_b) nám hovorí, v akom pomere je skrutkový spoj namáhaný z hľadiska krutu a ťahu.

Hodnota trenia uvedená výrobcom na základe iného spôsobu merania, napr. štvorguľôčkovým testom* alebo testom Pin-on-Disc **, **je pre výpočet ťahovacieho momentu zavádzajúci**. Skutočná hodnota trenia nameraná inou metódou ako podľa EN 16047 sa môže významne líšiť.

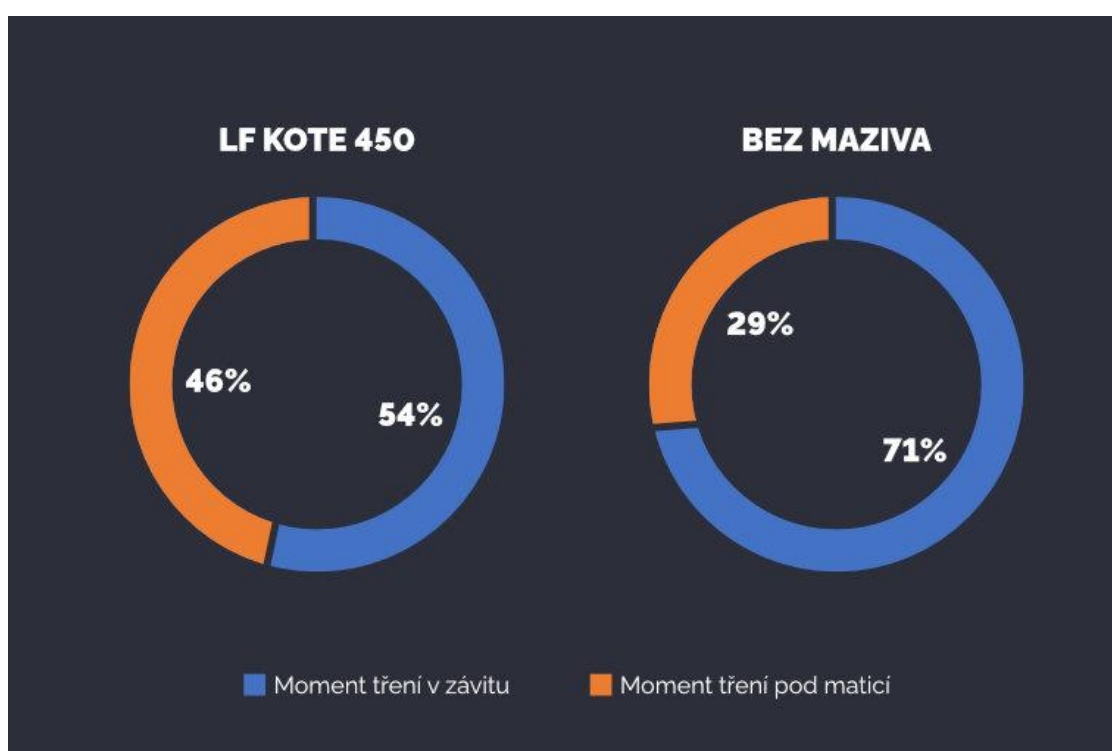
Na našom špecializovanom pracovisku meriame súčinitele trení (v závite aj pod maticou) a ich závislosti v skrutkovom spoji podľa normy EN 16047.

Experimentálne meranie súčiniteľov trení μ_{th} a μ_b ukázalo, že rozptyl hodnôt u suchého, tj. nenamazaného, spojovacieho materiálu je značný. Chyba vo výpočte ťahovacieho momentu M_u môže byť aj $\pm 30\%$.

V skrutkovom spoji je významný **rozdiel medzi vplyvom trenia v závite a trením pod maticou**. Obe tieto parametre majú vplyv na veľkosť i rozptyl dosiahnutého predpätia v skrutke, avšak dopad na jeho namáhanie sa líši.

Súčiniteľ trenia (μ_{th}) ovplyvňuje zložku krutu a súčiniteľ trenia pod hlavou (μ_b) má vplyv na účinnosť.

Nie je možné teda vychádzať z predpokladu, že súčiniteľ trenia v závite μ_{th} , súčiniteľ trenia pod maticou μ_b a celkový súčiniteľ μ_{tot} sú identické ($\mu_{th} \neq \mu_b \neq \mu_{tot}$). Rovnako výsledky z experimentálnych meraní preukázali rozptyly u súčiniteľoch trení μ_{th} , μ_b a μ_{tot} . Preto nie je možné použiť zjednodušenie $\mu_{th} = \mu_b = \mu_{tot}$.



Moment trenia v závite tvorí obecné 2/3 z celkového momentu utiahnutia.

Z vyššie uvedeného vyplýva, že **ak počítame s rovnosťou súčiniteľov trení, tak výsledný ťahovací moment môže byť nedostačujúci, alebo naopak preťažujúci**.

Na základe stoviek meraní sme pred viac než desiatimi rokmi vyvinuli mazací systém [POWERtorque LF kote 450](#), ktorý v priebehu ťahovania zaisťuje požadovaný a nemenný súčiniteľ trenia v závite aj pod maticou.

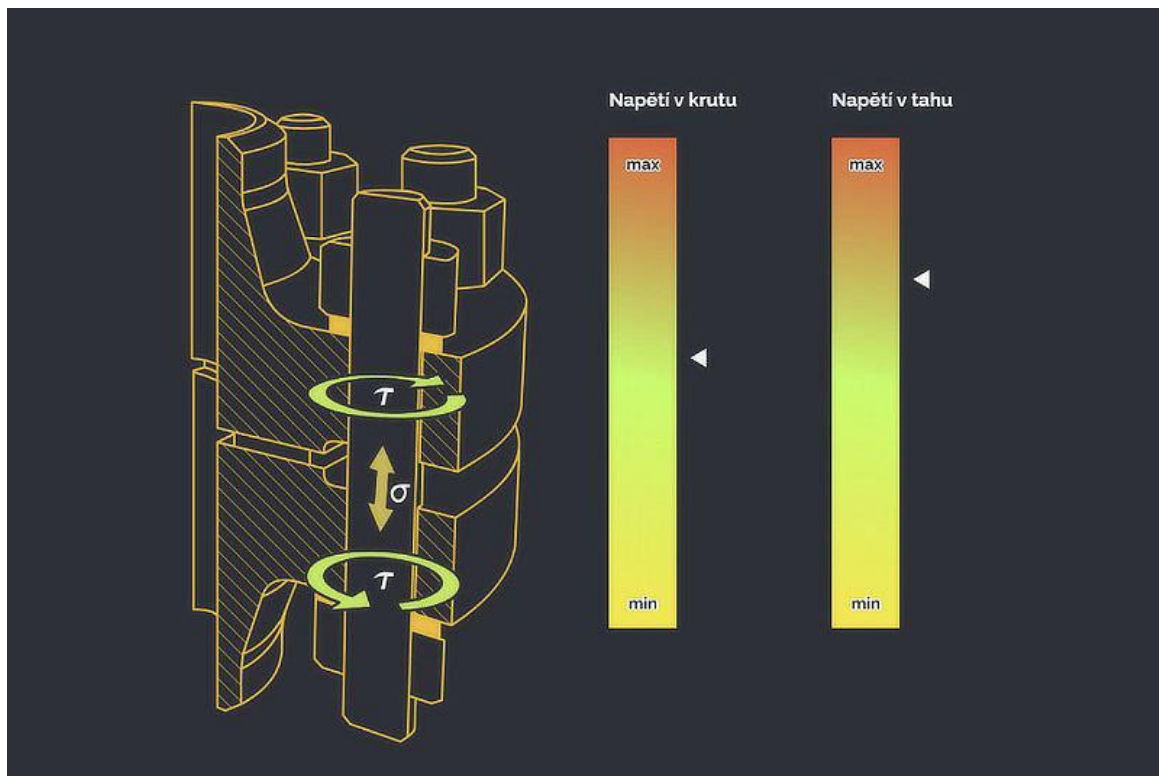
Jedná sa o systém tzv. „suchého mazania“, ktorý je trvalo zakotvený do povrchu závitu. Odoláva extrémnemu tlakovému zaťaženiu, ktoré pôsobí na plochy závitov pri ťahovaní. [POWERtorque LF kote 450](#) trvalo oddeľuje materiály skrutky a matice. Vďaka tomu nedochádza k tzv. „zakusovaniu závitov“ a spojovací materiál je možné následne povoľiť.

Ako podporu pre konštruktérov a výpočtárov prírubových spojov poskytujeme výsledky našich meraní na stránkach. utahovacimoment.tesneni.cz

Do kalkulóru je potrebné zadať:

- F_o – požadovanú silu v skrutke
- veľkosť skrutky
- materiál skrutky

Výsledkom je ťahovací moment M_u a kontrola skrutky z pohľadu napätí v ťahu σ [MPa], krutu τ [MPa] a redukovaného napätia pre mazivo [Powertorque LF Kote 450](#).



Príklad zobrazenia výsledku výpočtu ťahovacieho momentu M_u .

Do kalkulóru je potrebné zadať:

- F_o – požadovaná sila v skrutke
- Veľkosť skrutky
- Materiál skrutky

Výsledkom je ťahovací moment M_u a kontrola skrutky z pohľadu napätia v ťahu σ [MPa], krutu τ [MPa] a redukovaného napätia **pre mazivo** [POWER®torque LF kote 450](#).

* Štvorguľôčkový test: Metóda merania súčiniteľa trenia pre oleje a mazivá. Hodnotí sa odolnosť maziva proti zaťaženiu a všeobecný ukazovateľ oderu. Delí sa na test zvarenia podľa normy ASTM D 2596 a test opotrebenia podľa normy D 2266.

** Pin-on-Disc: Meranie spočíva vo vytlačení pevne uchyteného skúšobného telieska („PIN“) v tvare guľôčky zo zvoleného materiálu napred definovanou silou do disku (skúšobného vzorku).

Mazacie pasty pre bežné skrutkové spoje



Skrutkový spoj má svoje špecifikácie. Počas celého priebehu uťahovania je skrutkový spoj namáhaný na **táh, krútenie** a prípadne na **ohyb**. S narastajúcim predpätím sa zvyšuje tlak v kontaktných plochách.

Z týchto základných predpokladov je potrebné vychádzať pri voľbe maziva pre bežné skrutkové spoje.

Existujú viaceré mazacie pasty, u ktorých je uvedené, že majú nízky súčiniteľ trenia. Nízky súčiniteľ trenia však samostatne nič negarantuje. Je potrebné zohľadniť akým spôsobom a podľa akej normy bol daný parameter meraný.

Súčiniteľ trenia nie je jedno číslo. Potrebné je poznať jeho priebeh a rozptyl v závislosti na zaťažení počas uťahovania skrutkového spoja.

Test súčiniteľa trenia v závite skrutkového spoja sa uskutočňuje podľa normy ČSN EN ISO 16047, ktorá ustanovuje podmienky pre uskutočnenie skúšok točivého momentu a upínacie sily u spojovacích súčiastkach.

Hodnota trenia je uvedená výrobcom na základe iného spôsobu merania, napr. štvorguľôčkovým testom alebo testom Pin-on-Disc. Tieto hodnoty sú pre výpočet uťahovacieho momentu zavádzajúce.

Tieto testy nestanovujú trenie v závite ani pod maticou vrátane ich rozptylov. Nie je z nich možné odvodiť celkové trenie ani faktor utiahnutia, tzv. k-faktor.

Skutočná hodnota trenia, nameraná inou metódou ako podľa ČSN EN ISO 16047, je významne odlišná.

Často nás naši zákazníci kontaktujú s požiadavkami na výpočet ťahovacích momentov. Spojovací materiál si následne chcú ťahovať vlastnými silami a s použitím vlastného maziva.

S ohľadom na vyššie uvedené skutočnosti si u mazivách, s ktorými nemáme historicky namerané dáta, uskutočňujeme kontrolné meranie súčiniteľa trenia vrátane rozptylu. Vďaka vlastnému laboratóriu, v ktorom meranie realizujeme v súlade s normou ČSN EN ISO 16047, máme následne k dispozícii presné a reálne údaje o súčiniteľoch trení jednotlivých mazív v celom rozsahu dovoleného zaťaženia skrutiek.

Na základe stoviek meraní, ktoré sme uskutočnili, môžeme vyhlásiť, že v mnoho prípadoch sa reálne údaje súčiniteľov trení líšia od tých, ktoré sú bežne dostupné v materiálových listoch. Rozdiely môžu dosahovať desiatky percent a často sú spôsobené práve rôznymi metódami meraní.

Pri samotnom ťahovaní prírubového spoja je potrebné vždy použiť rovnaké mazivo, ktoré bolo uvedené vo výpočte. V opačnom prípade môže prísť k preťaženiu alebo naopak k nedostatočnému utiahnutiu jednotlivých skrutiek a k nedostatočnému alebo nadmernému stlačeniu tesnenia.



[Powertorque LF Booster](#) je tuhé mazivo v podobe pasty s nízkym a ustáleným súčiniteľom trenia, ktoré je určené pre bežnú montáž skrutkových spojov. Také, ktoré montér sebou nosí v montážnej brašne.

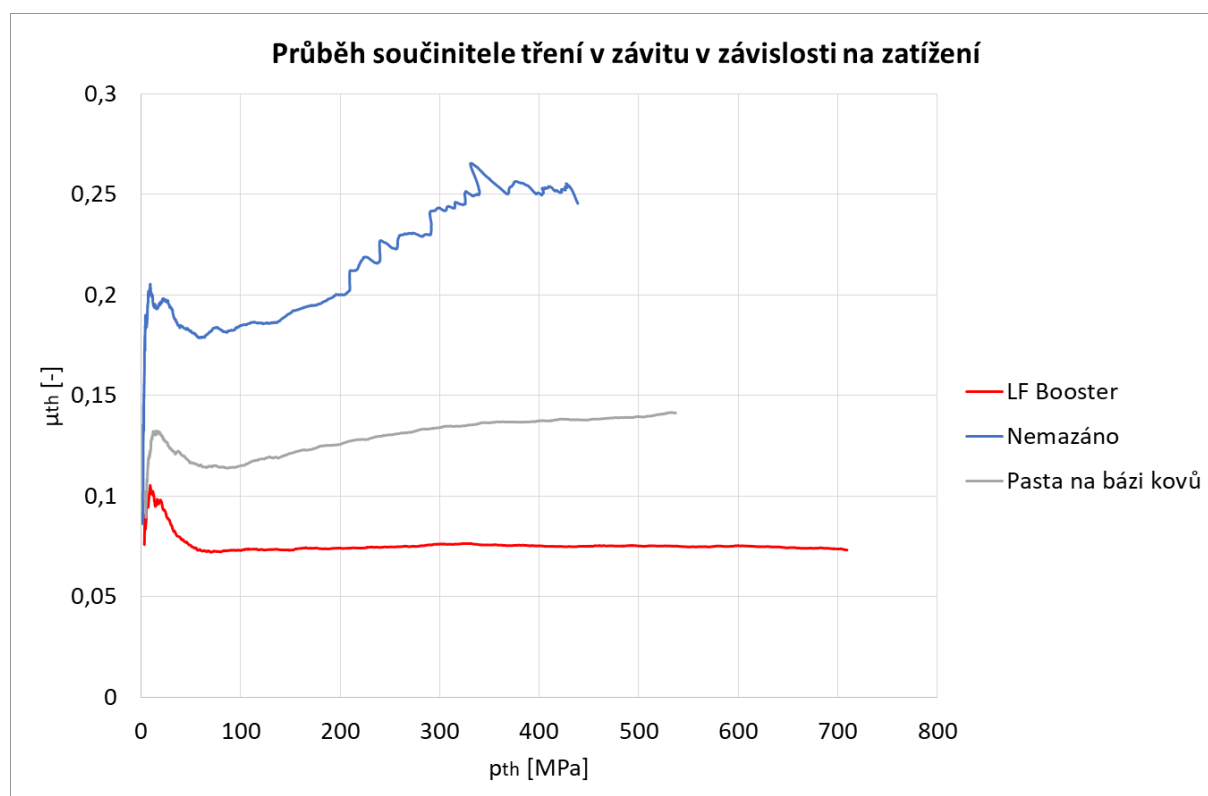
Po premiešaní sa mazivo nanáša štetcom na závit, podložky a čelá matic či pod hlavy skrutiek. Medzi trecími plochami vytvára účinný mazací film oddelujúci od seba závit skrutky

a matice. S narastajúcim tlakom na styčných plochách závitů a pod hlavou matice sa súčiniteľ trenia **nemení**, viď graf.

Skrutkové spoje sa štandardne ťahujú za studena. Teplotná odolnosť mazív v skutočnosti udáva informáciu o schopnosti zaistiť následné povolenie skrutkového spoja. Test teplotnej odolnosti utiahnutého skrutkového spoja s pastou [Powertorque LF Booster](#) prebehol po jeho zahriatí na 600 °C a následnom ochladení.

Pre predstavu prikladáme porovnanie priebehov trení skrutiek nenamazaného, namazaného a skrutky utiahnutou s pastou [Powertorque LF Booster](#).

Porovnanie súčiniteľov trení mazacej pasty LF Booster, vysokoteplotnej pasty na báze kovov a skrutkového spoja bez maziva.



Z priebehov uvedených grafov vyplýva, že súčiniteľ trenia je u maziva [Powertorque LF Booster](#) stály v celom priebehu dovoleného zaťaženia skrutky, čo u štandardných pastách a mazivách na báze kovov nie je pravidlom. Koeficient trenia, ktorý sa v priebehu zaťaženia mení, nie je žiaduci.

So zhoršeným trením dochádza na styčných plochách závitů ku kontaktu kov na kov. Tento jav sa v skrutkovom spoji následne spôsobuje jeho zadieranie a dodatočne nežiaducim efektom zaťažuje na krútenie. Pri ťahovaní potom nie je možné dosiahnuť požadovaného predpätia v skrutke.

Průběh součinitele tření pod maticí v závislosti na zatížení

