



LETECKÁ AMATÉRSKA ASOCIÁCIA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

the sky...

ŠKOLENIE TECHNIKOV 2022 - MATERIÁLY



ÚVODNÉ SLOVO

- Vážení kolegovia v tomto roku prebehne školenie technikou iba distančnou formou z dôvodu epidémie COVID 19 a možnosti vytvoriť databázu vzdelávacích materiálov pre samostatné vzdelávanie a objektívne vyhodnocovanie znalostí.
- Ako viete LAA SR má v súčasnosti viac ako 1300 členov a k tomu viac ako 1300 LŠZ.
- Nie všetci naši členovia majú nové lietajúce zariadenia, niektoré z nich už majú statočný nálet a aj dobu používania.
- Napriek neustálej starostlivosti o svoje LŠZ a kontroly sa ukazuje , že tie LŠZ , ktoré majú vysoký nálet a dlhú dobu používania podliehajú únavovým problémom materiálu čo priamo ohrozuje bezpečnosť lietania.
- V tomto našom školení sa teda zameriam na mechanizmus posudzovania pevnosti a spoľahlivosti jednotlivých častí LŠZ, ktoré môžu viesť k vzniku situácie súvisiacej s bezpečnosťou letu.



TÉMY KTORÝM SA BUDEME VENOVAŤ

- 1. Pevnosť materiálov
- 2. Únava materiálu
- 3. Vruby – praskliny
- 4. Mechanizmus práce závesnej karabíny v režime háku a režime oka.



SPOJOVACIE PRVKY

- Najzaťaženejšími prvkami pri prenose síl od nosnej plochy k pilotovi sú spojovacie popruhy a karabíny u padákov a závesný čap u závesných klzákov. U závesných klzákov sa zatiaľ neprejavili poruchy nosných čapov no u padákov sa zaznamenali poruchy nosných prvkov spôsobené únavou materiálu.



DRUHY TECHNICKÝCH MATERIÁLOV

- Kovové materiály: železné a neželezné kovy
- Nekovové materiály: drevo, plasty, sklo, keramika
- Kompozitné (zložené) materiály: laminát, vrstvené bezpečnostné sklo, železobetón, uhlíkový kompozit,
- <https://www.engineering.sk/clanky2/stroje-a-technologie/3683-klasifikacia-kompozitnych-materialov-pouzivanych-v-strojarskom-priemysle>

PEVNOSŤ MATERIÁLOV

- Najčastejšie používanými materiálmi v konštrukciách LŠZ v LAA SR sú:

- Oceľ
- Hliníkové zliatiny
- Titan



KOVOVÉ MATERIÁLY

- Tkanina zvrchlíka (Skytex, Dominico, Porcher Skytex, Mylar, Dacron ...)
- Šnúry (Liros, Edelrid, Cousin Vectralines, A-8001-230, ...)
- Kompozitné materiály (Kevlar, Lamináty)



KOVOVÉ MATERIÁLY

- Patria k najvýznamnejším látkam, ktoré človek využíva na výrobu rôznych predmetov
- V prírode sa kovy nachádzajú v nerastoch, ktoré nazývame rudy.
- Z rúd sa kovy získavajú tavením.
- Surové železo sa vyrába vo vysokej peci zo železnej rudy, koksu a ďalších prísad.
- <https://www.youtube.com/watch?v=b3BOMfH7Dbc>

KOVOVÉ MATERIÁLY

- ***Oceľ je zliatina železa a uhlíka s maximálnym obsahom uhlíka 2,14% s prímiesou ďalších tzv. legujúcich prvkov***
- Liatina je zliatina železa, uhlíka a najčastejšie mangánu alebo kremíka. Liatiny sú určené na výrobu odliatkov.
- Zliatiny kovov vznikajú zliatím čistého kovu s inými kovmi, čím sa výrazne zlepšia ich vlastnosti (bronz – zliatina medi a cínu, mosadz – zliatina medi a zinku, ***dural – zliatina hliníka a medi s horčíkom***)



KOVOVÉ MATERIÁLY

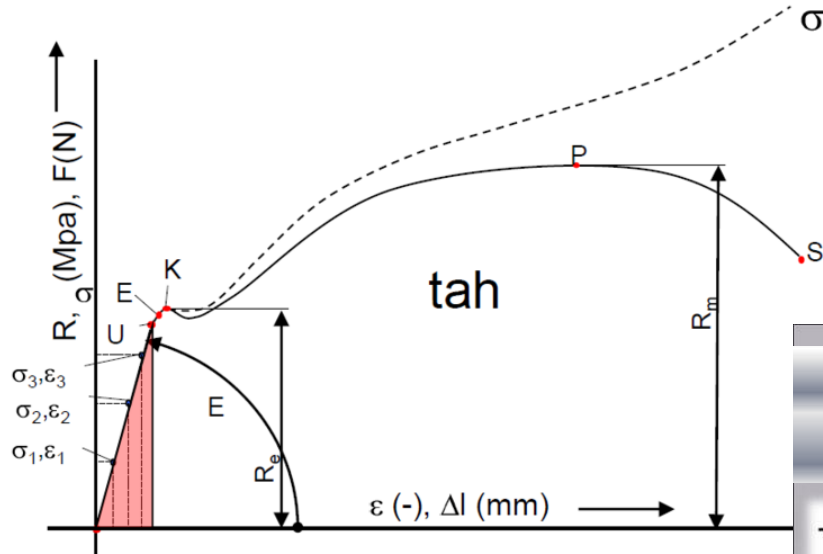
Železné		Neželezné	
Surové železo	materiál na výrobu ocele a liatiny	Hliník	plechy, drôty, laná, fólie
Oceľ	strojárstvo, automobilový priemysel (plechy, drôty, pletivá, betonárska výstuž)	Meď	plechy, fólie, elektrické vodiče
Liatina	odliatky, ozubené kolesá	Titan	používa ako zložka pevných a ľahkých zliatin , ktoré majú široké uplatnenie v mnohých odvetviach priemyslu (v kozmonautike, vojenstve, letectve, strojárstve, chemickom priemysle, v medicíne atď.)
Zliatiny			
Bronz	zliatina medi cínu (výroba častí strojov)		
Mosadz	zliatina medi a zinku (výroba umeleckého kovania)		
Dural	zliatina hliníka, medi a horčíka (výroba rámu bicyklov, letecký a automobilový priemysel)		



KOVOVÉ MATERIÁLY - OCEĽ

- Ocele sa vo všeobecnosti v letectve využívajú na konštrukciu spojovacích prvkov, ktoré sú najviac zaťažované.
- Ocele sa vyznačujú vysokou pevnosťou a húževnatosťou i za vysokých teplôt.
- V letectve sa využívajú hlavne tam kde nie je možné ich pevnosť nahradiť zliatinami hliníka alebo titanom z rôznych dôvodov (vysoké teploty, neúmerne drahý materiál)
- ***Ich použitie je vhodné iba do tzv. medze úmernosti (vysvetlenie na nasledujúcej strane). Je to medza napätia po ktorú platí tzv. Hookov zákon, kde sa materiál rovnomerne predlžuje v závislosti od ťahovej sily teda napätia, ktoré je v materiáli.***
- Pre bližšiu informáciu o oceliach odporúčam zoznámiť sa s <https://sk.wikipedia.org/wiki/Oce%C4%BE>

KOVOVÉ MATERIÁLY - OCEĽ



Skúška ťahom - tlakom

Tahová zkouška \Leftrightarrow (Hookův zákon)

R_u - mez úměrnosti

R_p - mez pružnosti (vlastnosti zůstanou
malé prodloužení (např. 0.1 mm)

R_e - mez kluzu trvalá deformace
(materiál za studena začne téct)

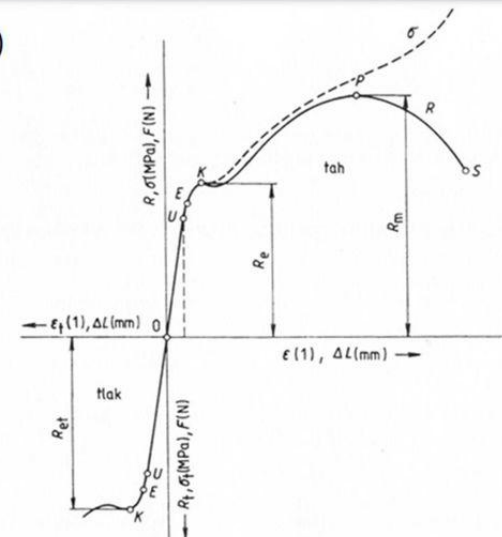
R_m - mez pevnosti v tahu

Sigma σ - napětí $\sigma = \frac{F}{S}$

R - smluvní napětí

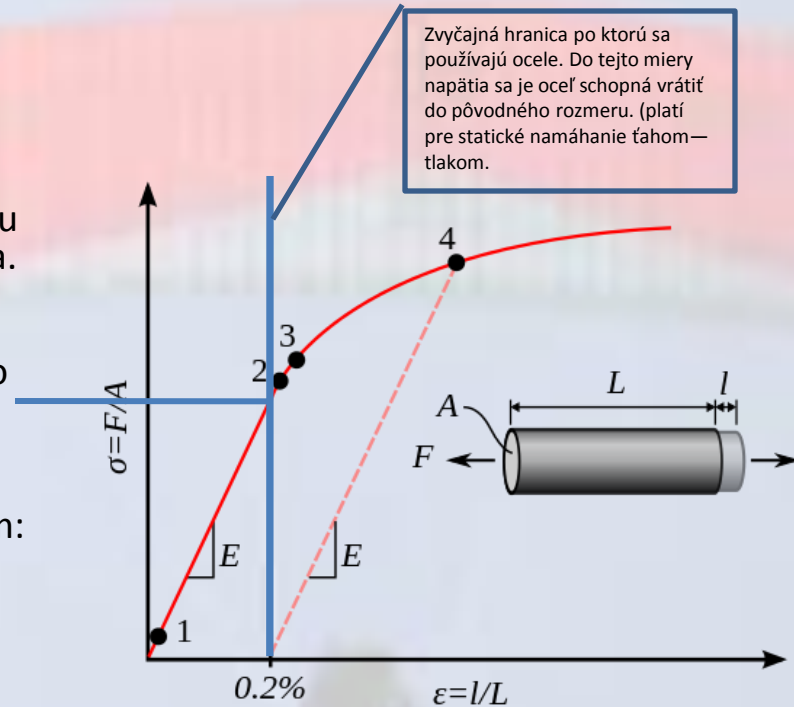
LOM - musí být za mezí pružnosti, výrobce zaručuje - jinak je porušená jakost.

Pro výpočet namáhání má význam jen diagram $\epsilon - R$



KOVOVÉ MATERIÁLY – OCEĽ, Hookov zákon

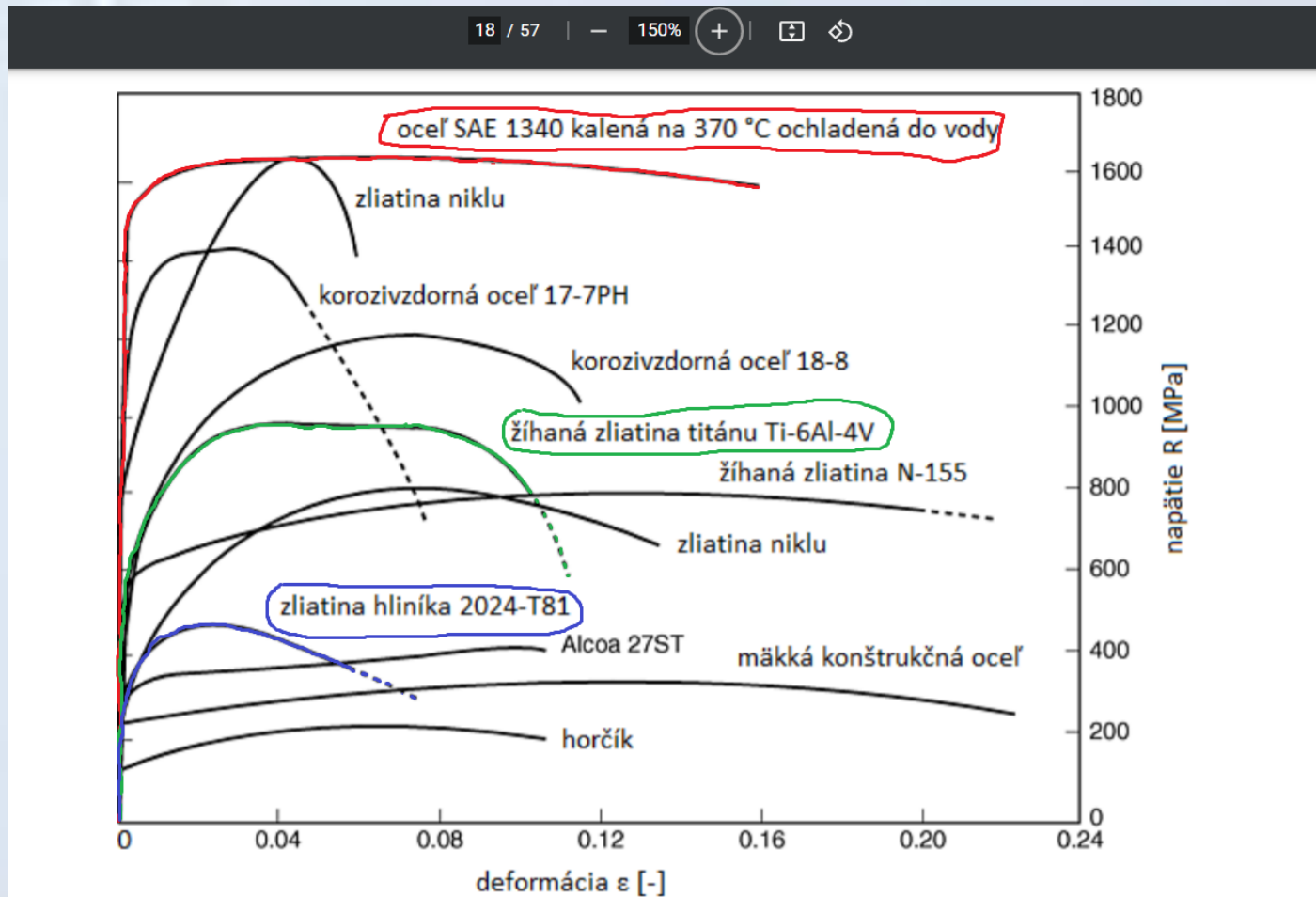
- Hookov zákon
- Oblasť platnosti Hookovho zákona je medzi bodmi 1 a 2.
- **Hookov zákon** (nesprávne ^{[1][2][3]}: *Hookeov zákon*) opisuje vzťah medzi deformáciou pevného telesa vyvolanou pôsobením napätia a veľkosťou tohto napätia. V oblasti po medzu proporcionality (úmernosti), t. j. pre malé napätia je táto závislosť lineárna a deformácia je priamo úmerná napätiu materiálu. Je pomenovaný podľa Anglického vedca Roberta Hooka. Hookov zákon vyjadrený pre materiál namáhaný jednoosovým ťahom, alebo tlakom:
 - $\epsilon = \sigma / E$
 - ϵ — pomerná deformácia materiálu = pomerné predĺženie [-]
 - σ — mechanické napätie v ťahu [MPa]
 - E — modul pružnosti v ťahu (Youngov modul) [Mpa]



KOVOVÉ MATERIÁLY - DURAL

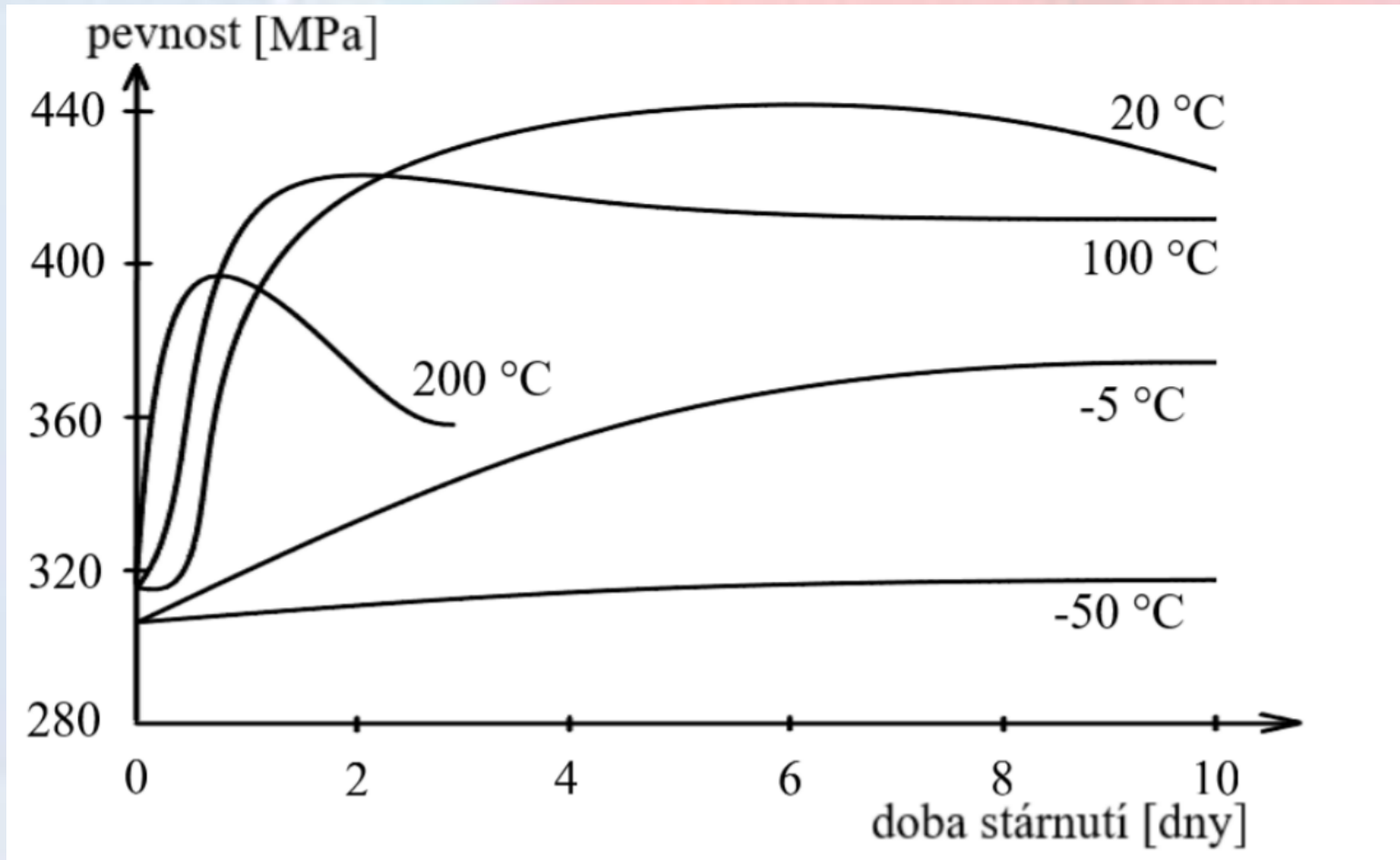
- **Dural** (z angl. *durable aluminium*) je [zliatina hliníka](#) s [meďou](#) a [horčíkom](#) (Al-Cu4-Mg). Obsah medi v zliatine je približne 4 %, obsah horčíka je menší ako 1 %. Pri zvýšenom podiele horčíka sa zliatina nazýva aj superdural (Al-Cu4-Mg1).
- Dural patrí medzi [zliatiny hliníka](#). Oproti čistému hliníku (hustota 2 700 kg.m³) je dural len o trochu hustejší, ale až päťkrát pevnejší v ťahu a tvrdší. Pevnosť aj tvrdosť sa zvyšuje tepelným opracovaním a zušľachťovaním, podobne ako u ocelí - pozri [tvárnené vytvrdzovanie](#).
- Dural bol prvýkrát vyrobený v roku 1906 [Alfredom Wilmom](#) v Nemecku (zloženie bolo 95% Al, 4% Cu, 0,5% Mg, 0,5% Mn) a používal sa hlavne v automobilovom a leteckom priemysle ako oveľa ľahšia náhrada železa a ocele.
- **Vlastnosti**
- Dural sa ľahko obrába, dá sa spájať [zváraním](#) v ochrannnej atmosfére, spájkovaním s pomocou špeciálnych tavív, nitovaním alebo lepením. Dural je chemicky odolný a dá sa veľmi dobre povrchovo upravovať a farbiť a chrániť pred oxidáciou - [eloxovať](#). Nedostatkom duralových zliatin je malá schopnosť tlmiť otrasy a pohlcovať rázy, lebo majú malú [anelasticitu](#).
- Dá sa dobre tvárniť za tepla pri 380 až 450 °C aj za studena. Vytvrdzujú sa obvykle za studena na [medzu pevnosti](#) 400 až 450 [MPa](#) (superdural). Duraly nemajú dostatočnú odolnosť proti [korózii](#), preto sa často plátujú [hliníkom](#) alebo zliatinou hliníka s [mangánom](#).
- ***Dural je pevný v ťahu s medzou pevnosti medzi 250 MPa až 500 MPa a je húževnatý. Niektoré typy duralu sa vlastnosťami okrem [tvrdosti](#) vyrovnajú [oceli](#).***
- Hustota duralu je priemerne $\rho=2\ 800\ \text{kg.m}^3$.
- Dural na rozdiel od čistého hliníka je možné deliť laserom.
- **Použitie**
- ***Duraly sa používajú kvôli nízkej mernej hmotnosti najmä na stavbu lietadiel, a na výrobu hliníkových diskov kolies osobných automobilov.***
- ***Dural je náchylný na praskanie pri korózii a namáhaní*** a preto je stále častejšie v lietadlách nahradzovaný radom 7000 [zliatina hliníka](#). Ide o zliatiny legované ([precipitačne vytvrdzované](#)) [zinkom](#) (zliatiny AlZnMg). Najvyššiu pevnosť v ťahu (najpevnejšia hliníková zliatina) viac ako 700 [MP](#) majú zliatiny 7034, 7075, 7068 využívané aj v kozmonautike. Pomer pevnosť/hmotnosť týchto zliatin prevyšuje dokonca najpevnejšie ocele.^[1] Väčšina zliatin radu 7000 obsahuje aj horčík a meď.

KOVOVÉ MATERIÁLY - DURAL



KOVOVÉ MATERIÁLY - DURAL

- Vplyv teploty starnutia duralu na pevnosť v ťahu

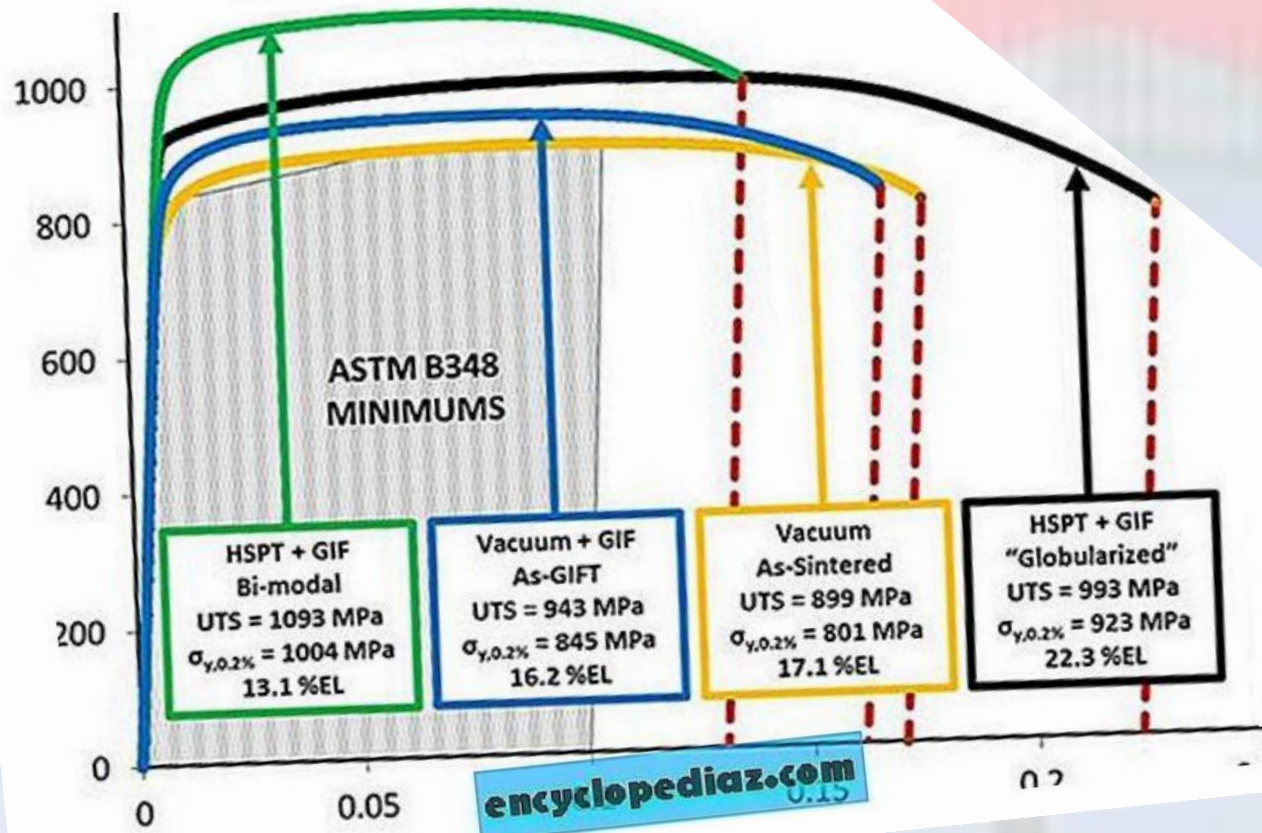


KOVOVÉ MATERIÁLY - TITAN

- **Titán** (lat. titanium) je chemický prvok v Periodickej tabuľke prvkov, ktorý má značku Ti a protónové číslo 22. Je to ľahký, pevný, lesklý prechodný kov ocelového vzhľadu, odolný voči korózii (aj v morskej vode, v kyselinách, resp. v prítomnosti chlóru). V prírode sa titán vyskytuje len v podobe zlúčenín, najrozšírenejšími minerálmi sú rutil a ilmenit.
- Titán sa používa ako zložka pevných a ľahkých zliatin (so železom, hliníkom, vanádom, molybdénom a mnohými ďalšími prvkami), ktoré majú široké uplatnenie v mnohých odvetviach priemyslu (v kozmonautike, vojenstve, letectve, strojárstve, chemickom priemysle, v medicíne atď.). Oxid titaničitý sa používa ako biely pigment (pod názvom titánová beloba), taktiež aj ako zložka zubných pást a ako fotokatalyzátor.
- **Fyzikálne vlastnosti**
- Titán je lesklý kov bielej až šedej farby. Teplota topenia je 1 668 °C, teplota varu 3 287 °C. Kryštalizuje v hexagonálnej sústave, nad teplotou 885 °C však prechádza na kubickú sústavu. Ďalšia významná vlastnosť titánu je, že ***je to prvok s vynikajúcim pomerom pevnosti a hmotnosti. Titán v komerčnej čistote má rovnakú pevnosť v ťahu ako oceľ strednej pevnosti, je však o 43 % ľahší a napriek tomu, že je o 60 % ťažší než hliník, je pevnejší ako hliníkové zliatiny*** (aj keď presné čísla závisia od konkrétneho zloženia zliatin a spracovania).
- Titán má nízku hustotu, pomerne vysokú ťažnosť (obzvlášť v bezkyslíkatom prostredí) a je ťažko opracovateľný. Je paramagnetický a má veľmi vysoký elektrický a tepelný odpor.

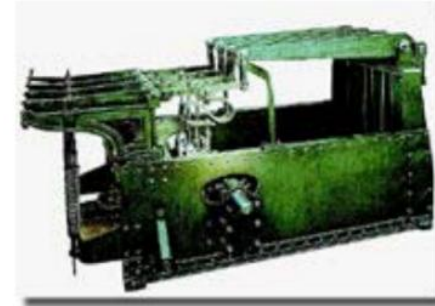
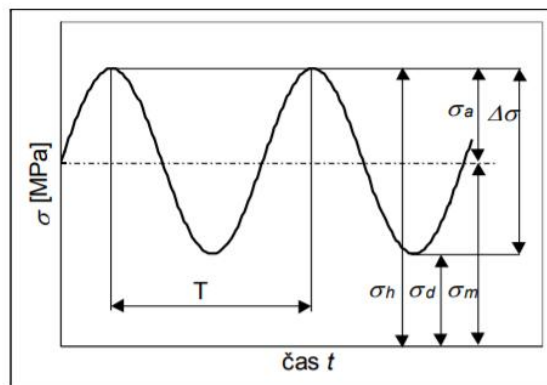
KOVOVÉ MATERIÁLY - TITAN

- Porovnanie pevnosti v ťahu Ti – zliatin

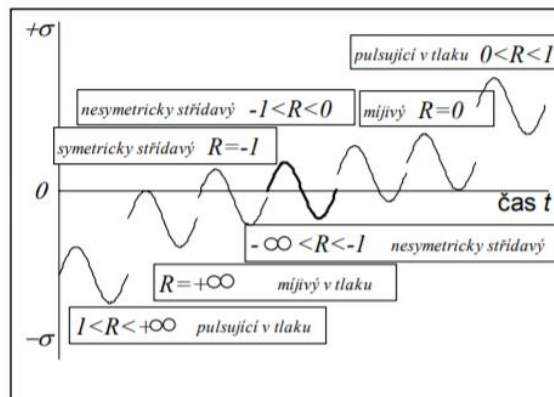


MECHANIZMUS ZAŤAŽENIA NOSNÝCH PRVKOV

Popis harmonického namáhania



Wöhlerův zkušební stroj

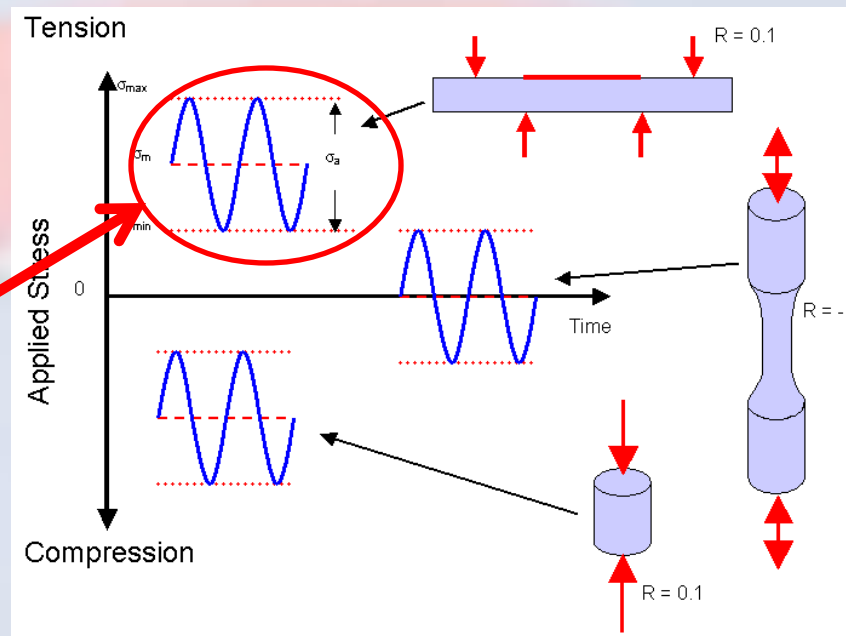
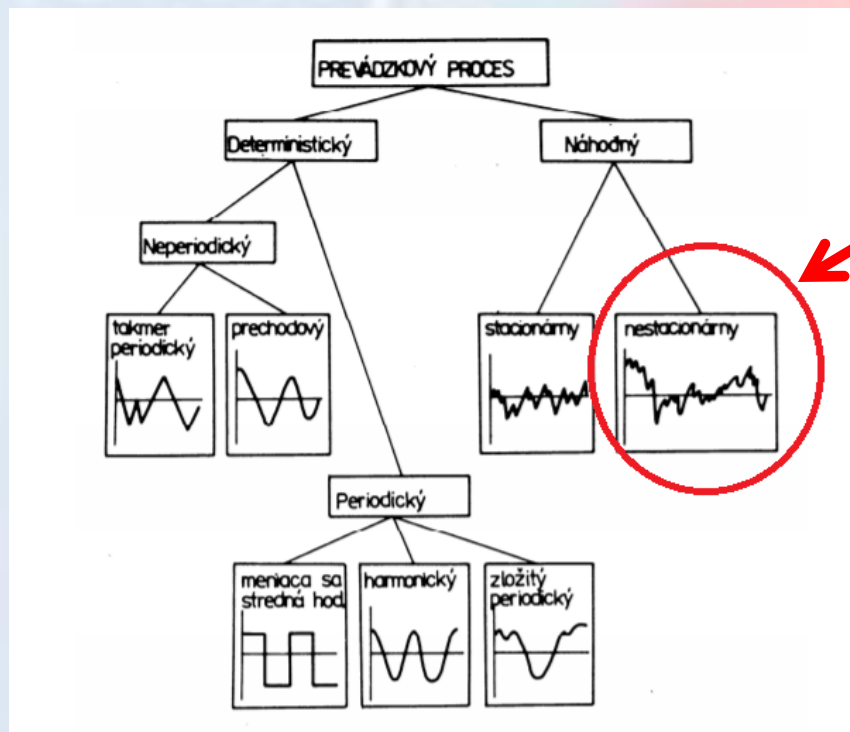


$$R = \frac{\sigma_d}{\sigma_h}$$

$$\frac{\sigma_m}{\sigma_a} = \frac{(1 + R)}{(1 - R)}$$

Pre prípad padákov sa jedná o miznúce ťahové namáhanie obdobne ako pre spojovacie čapy rogál. Je zřejmé, že toto namáhanie nebude symetrické ale v čase premenlivé.

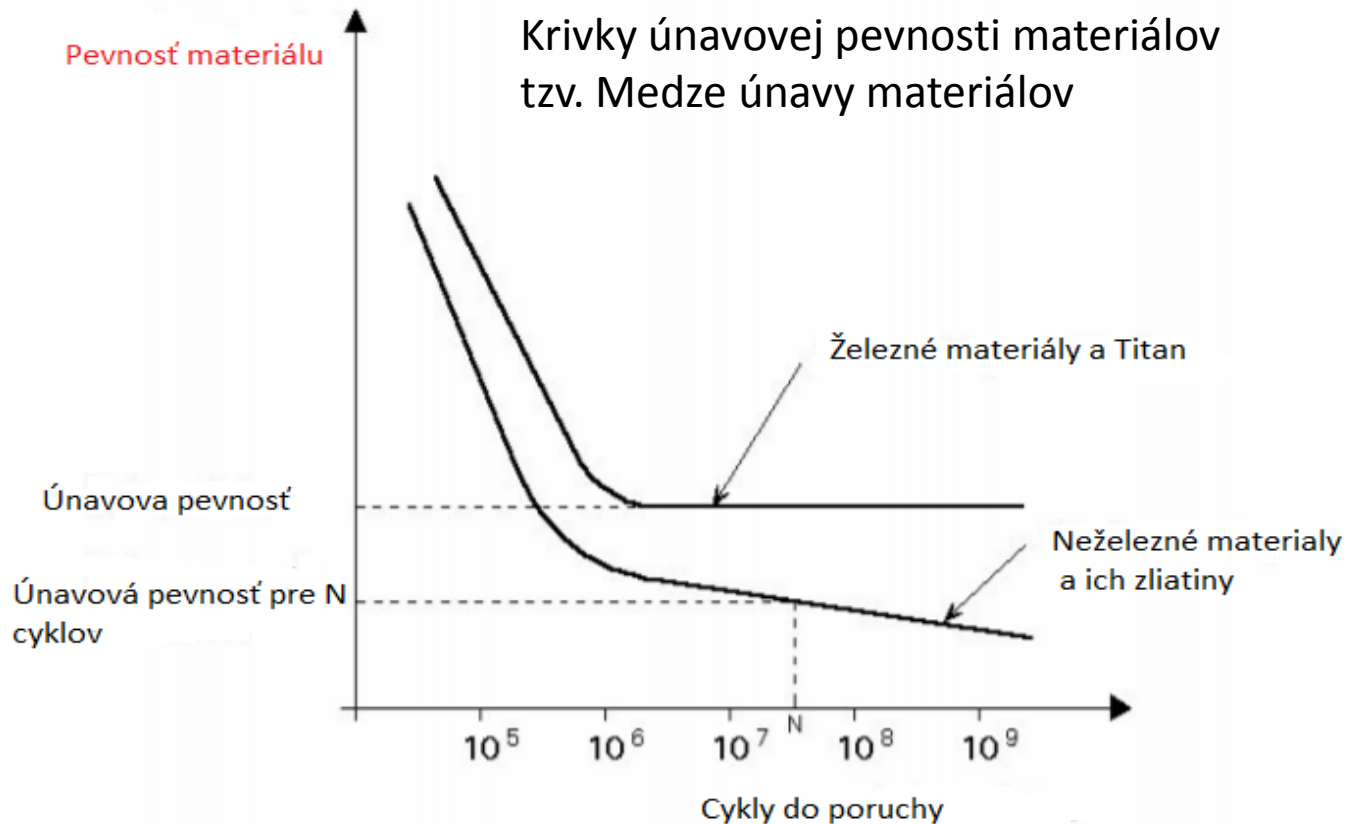
MECHANIZMUS ZATAŽENIA NOSNÝCH PRVKOV



Z povahy namáhania spojovacích prvkov rogál a padákov vyplýva že sa bude jednať o ťahové náhodné miznúce namáhanie

Určenie namáhania spojovacích prvkov u padákov a rogál.

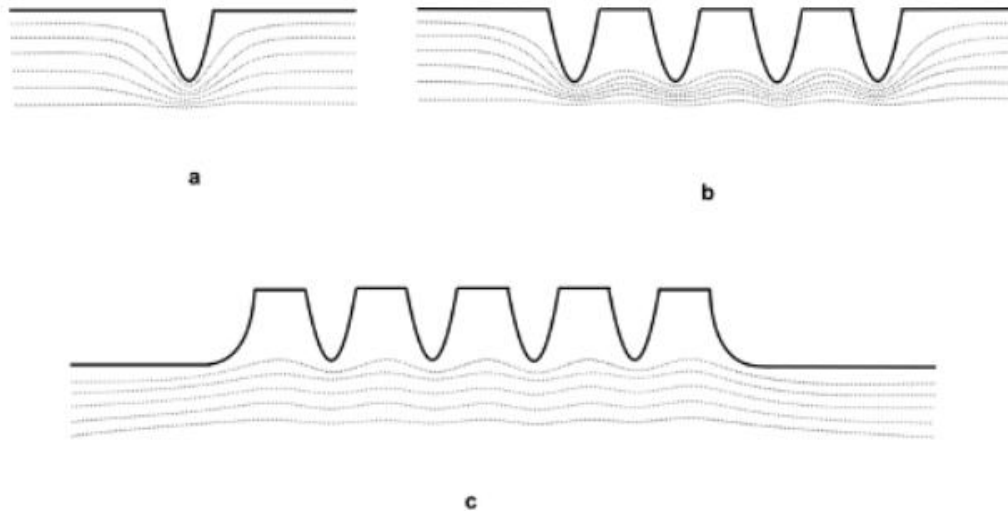
VPLYV CYKLICKÁHO NAMÁHANIA NA PEVNOSŤ MATERIÁLOV



Graf pevnosti materiálov v závislosti na cykloch namáhania

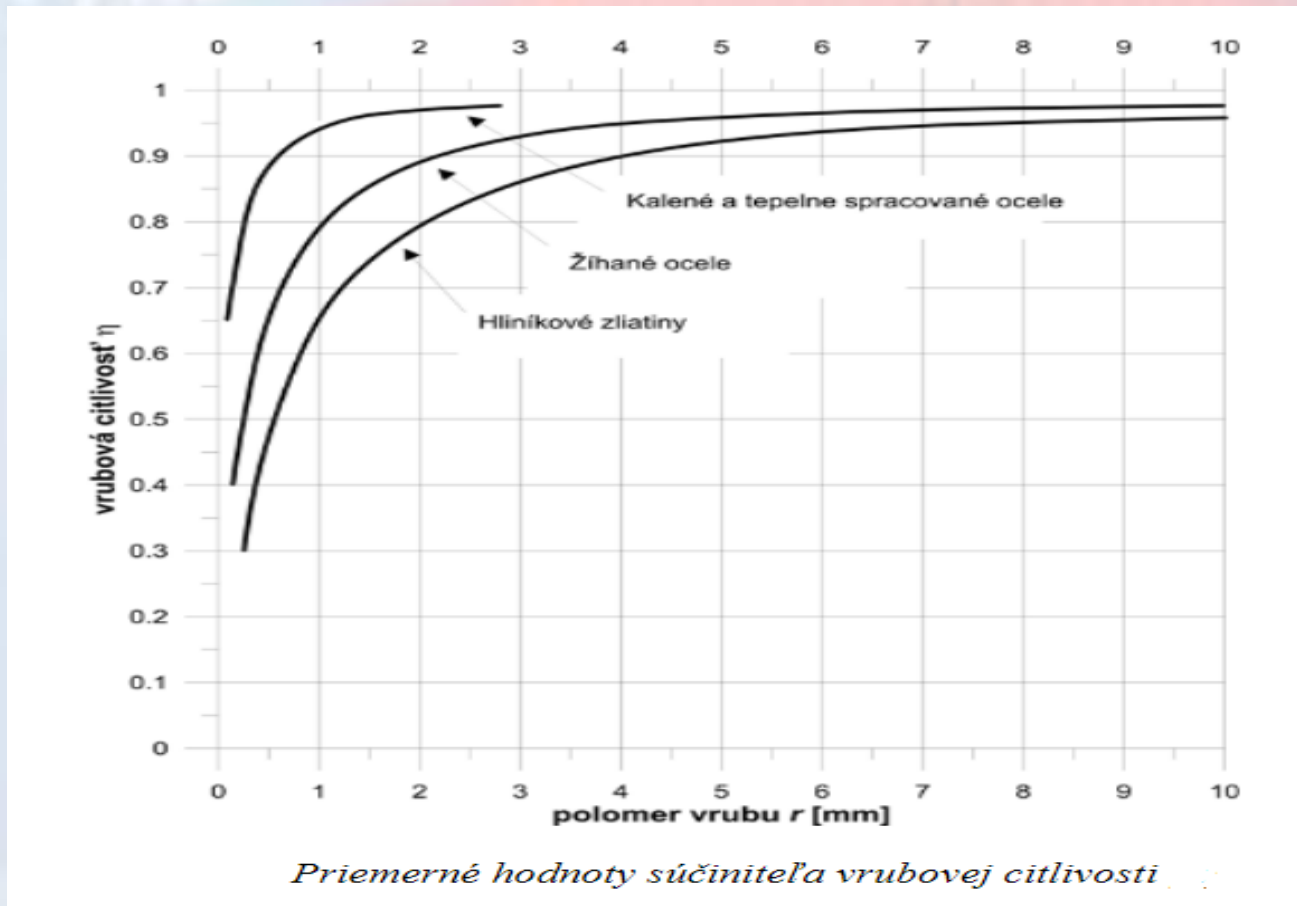
VPLYV VRUBOV NA PEVNOSŤ MATERIÁLOV

Tieto miesta výskytu únavových lomov sú v súlade s poznatkom, že samostatný vrub má vždy vyšší vrubový účinok, ako viacero za sebou zoradených vrubov



Silový tok v okolí drážok

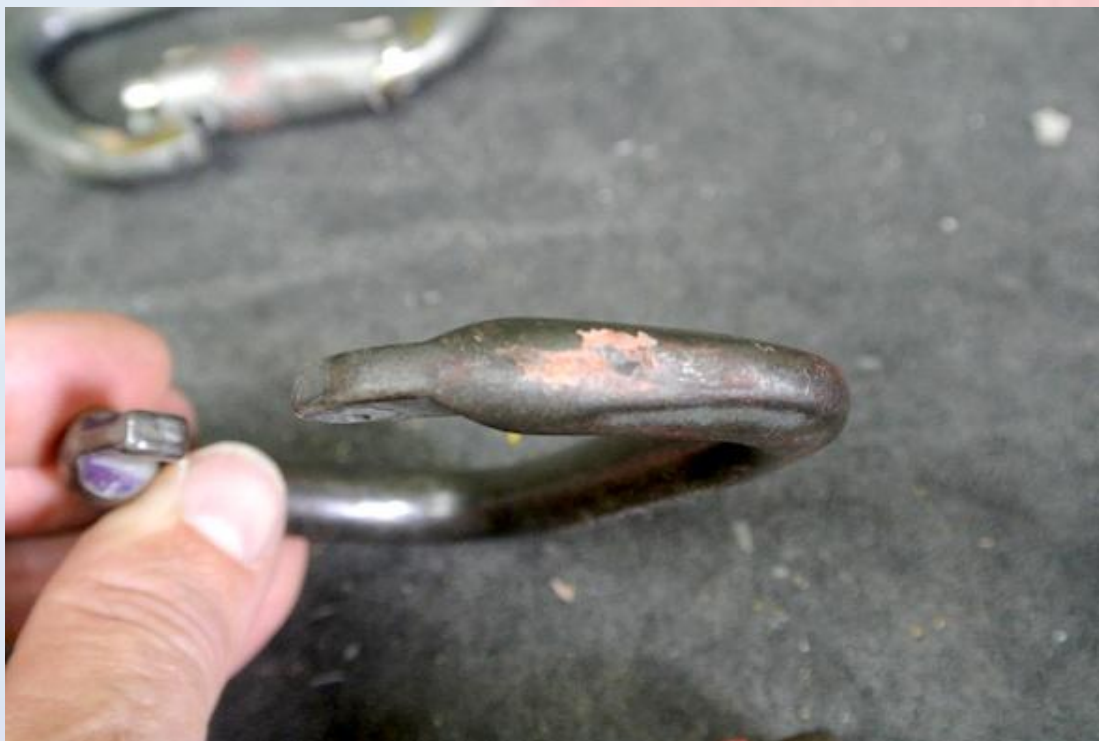
VPLYV VRUBOV NA PEVNOSŤ MATERIÁLOV



Aplikácia na spojovacie prvky padákov a rogál



Aplikácia na spojovacie prvky padákov a rogál



Mechanizmus práce závesnej karabíny v režime háku a režime oka

KARABINY

www.QUILLCZ.cz



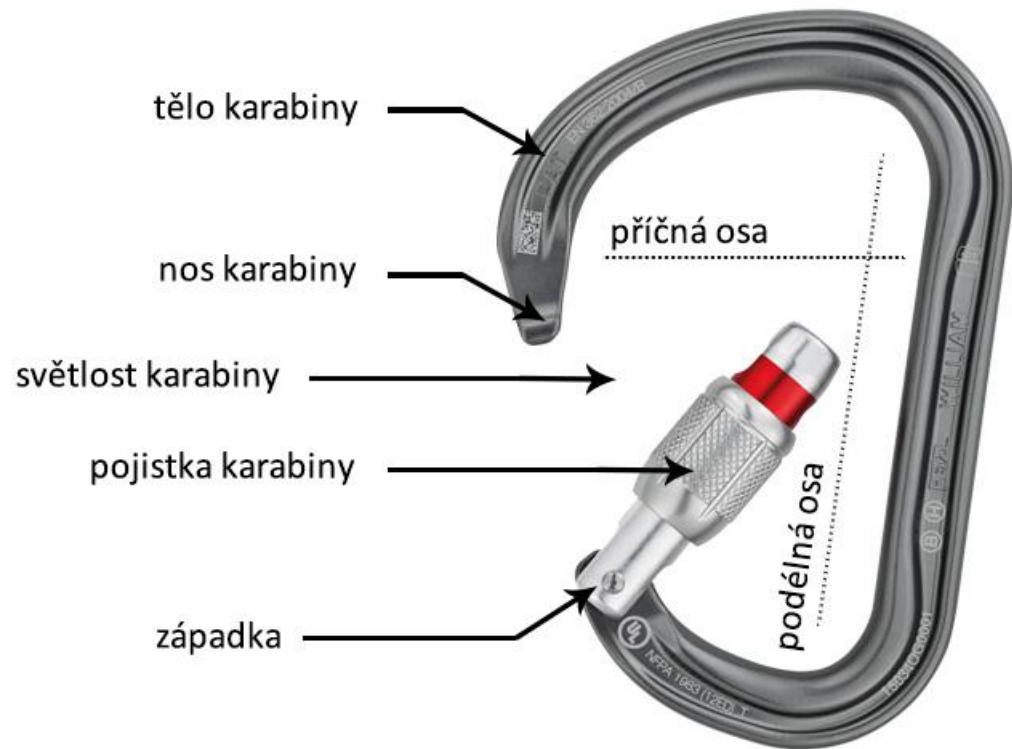
D karabina
"D"



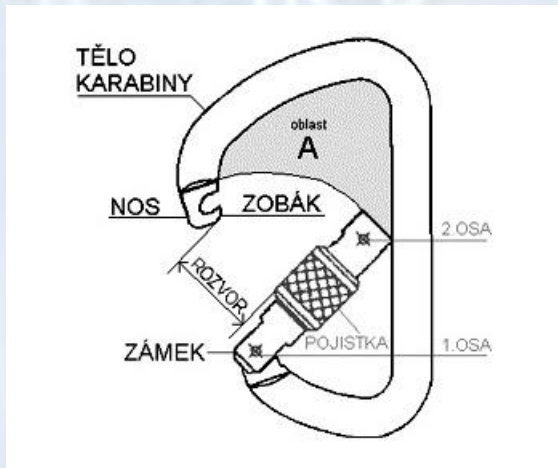
oválná karabina
"X"

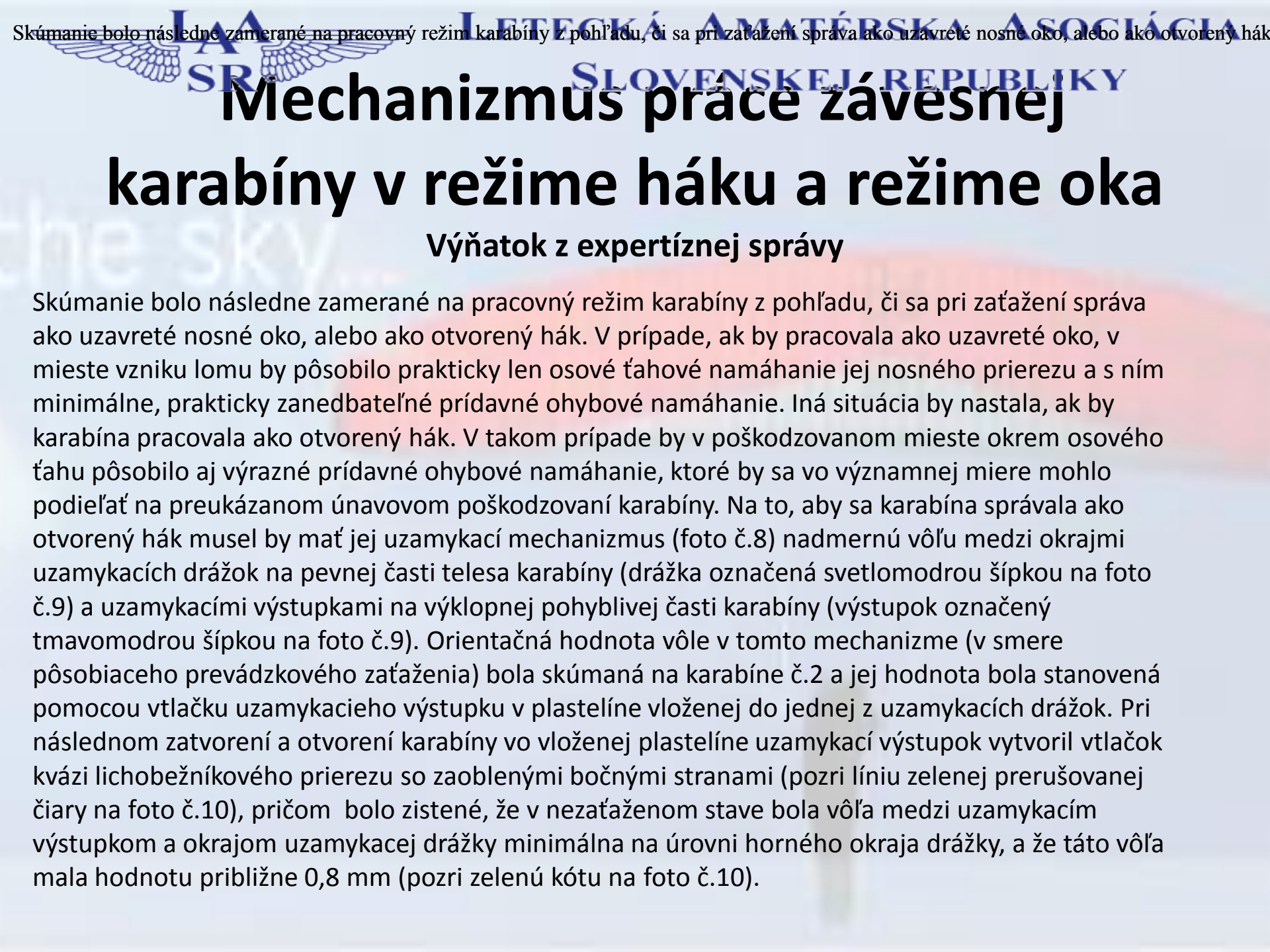


HMS karabina
"H"



Mechanizmus práce závesnej karabíny v režime háku a režime oka





Skúmanie bolo následne zamerané na pracovný režim karabíny z pohľadu, či sa pri zaťažení správa ako uzavreté nosné oko, alebo ako otvorený hák

Mechanizmus práce závesnej karabíny v režime háku a režime oka

Výňatok z expertíznej správy

Skúmanie bolo následne zamerané na pracovný režim karabíny z pohľadu, či sa pri zaťažení správa ako uzavreté nosné oko, alebo ako otvorený hák. V prípade, ak by pracovala ako uzavreté oko, v mieste vzniku lomu by pôsobilo prakticky len osové ťahové namáhanie jej nosného prierezu a s ním minimálne, prakticky zanedbateľné prídavné ohybové namáhanie. Iná situácia by nastala, ak by karabína pracovala ako otvorený hák. V takom prípade by v poškodzovanom mieste okrem osového ťahu pôsobilo aj výrazné prídavné ohybové namáhanie, ktoré by sa vo významnej miere mohlo podieľať na preukázanom únavovom poškodzovaní karabíny. Na to, aby sa karabína správala ako otvorený hák musel by mať jej uzamykací mechanizmus (foto č.8) nadmernú vôľu medzi okrajmi uzamykacích drážok na pevnej časti telesa karabíny (drážka označená svetlomodrou šípkou na foto č.9) a uzamykacími výstupkami na výklopnej pohyblivej časti karabíny (výstupok označený tmavomodrou šípkou na foto č.9). Orientačná hodnota vôle v tomto mechanizme (v smere pôsobiaceho prevádzkového zaťaženia) bola skúmaná na karabíne č.2 a jej hodnota bola stanovená pomocou vtlačku uzamykacieho výstupku v plastelíne vlozenej do jednej z uzamykacích drážok. Pri následnom zatvorení a otvorení karabíny vo vlozenej plastelíne uzamykací výstupok vytvoril vtlačok kvázi lichobežníkového prierezu so zaoblenými bočnými stranami (pozri líniu zelenej prerušovanej čiary na foto č.10), pričom bolo zistené, že v nezaťaženom stave bola vôľa medzi uzamykacím výstupkom a okrajom uzamykacej drážky minimálna na úrovni horného okraja drážky, a že táto vôľa mala hodnotu približne 0,8 mm (pozri zelenú kótu na foto č.10).

Mechanizmus práce závesnej karabíny v režime háku a režime oka

karabíny v režime háku a režime oka

Výňatok z expertíznej správy



Foto č.8 Karabína predložená ako stopa č.2 a označená strana uzamykacieho mechanizmu, kde sa nachádzajú uvedené drážky a výstupky



Foto č.9 Polodetail uzamykacej drážky a uzamykacieho výstupku

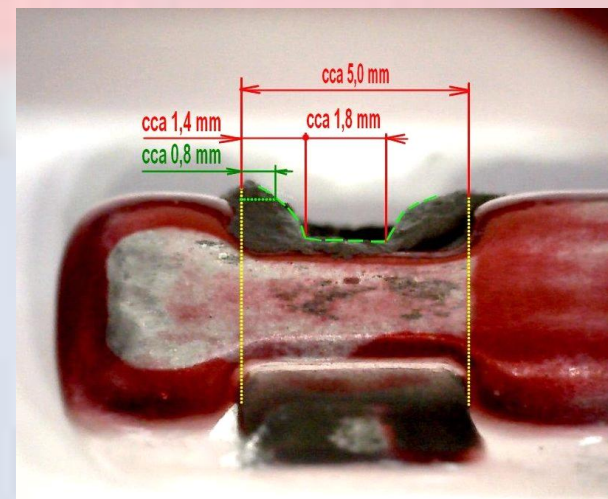
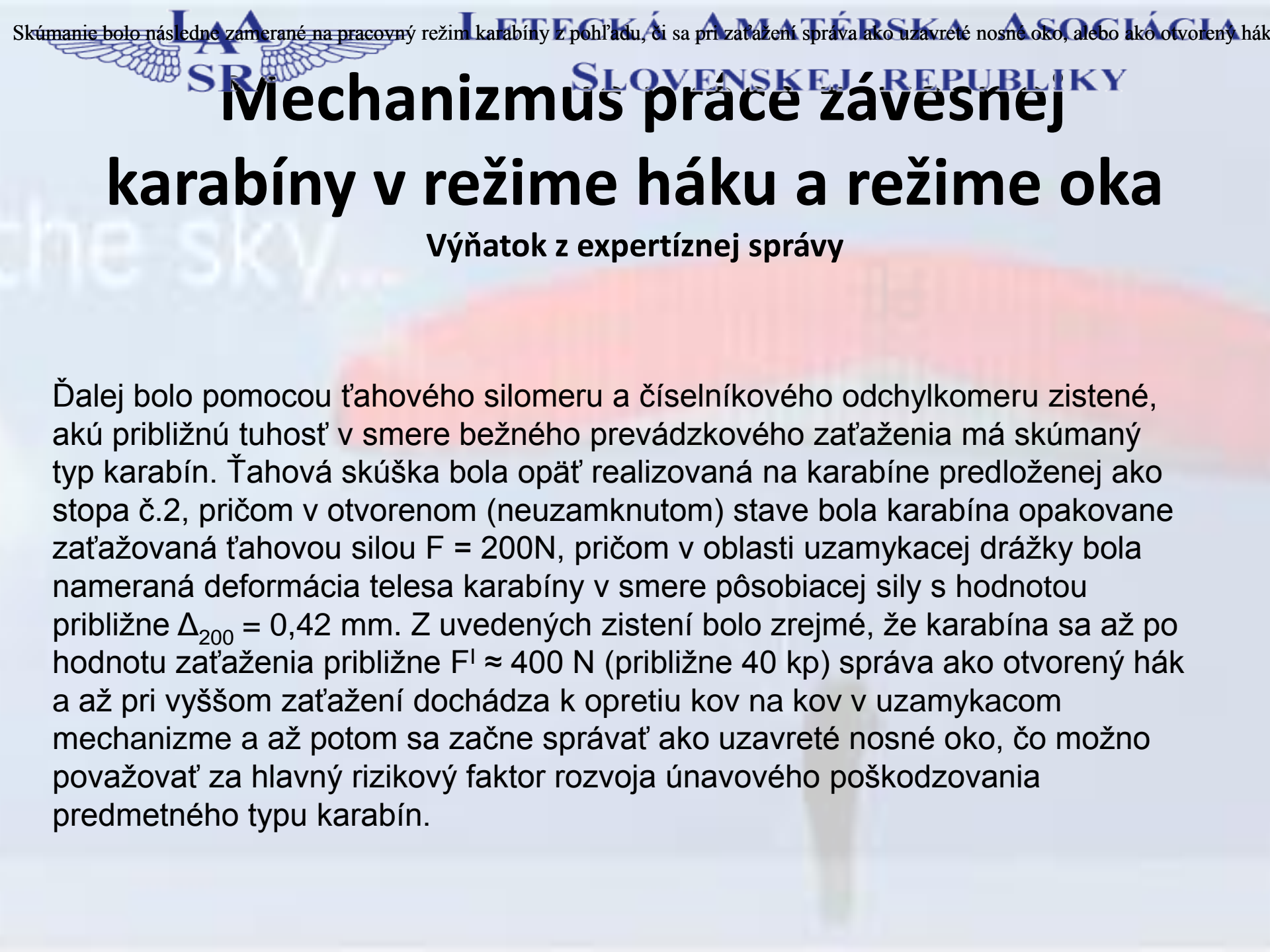


Foto č.10 Poloha, kam sa do uzamykacej drážky zasúva uzamykací výstupok



Skúmanie bolo následne zamerané na pracovný režim karabíny z pohľadu, či sa pri zaťažení správa ako uzavreté nosné oko, alebo ako otvorený hák

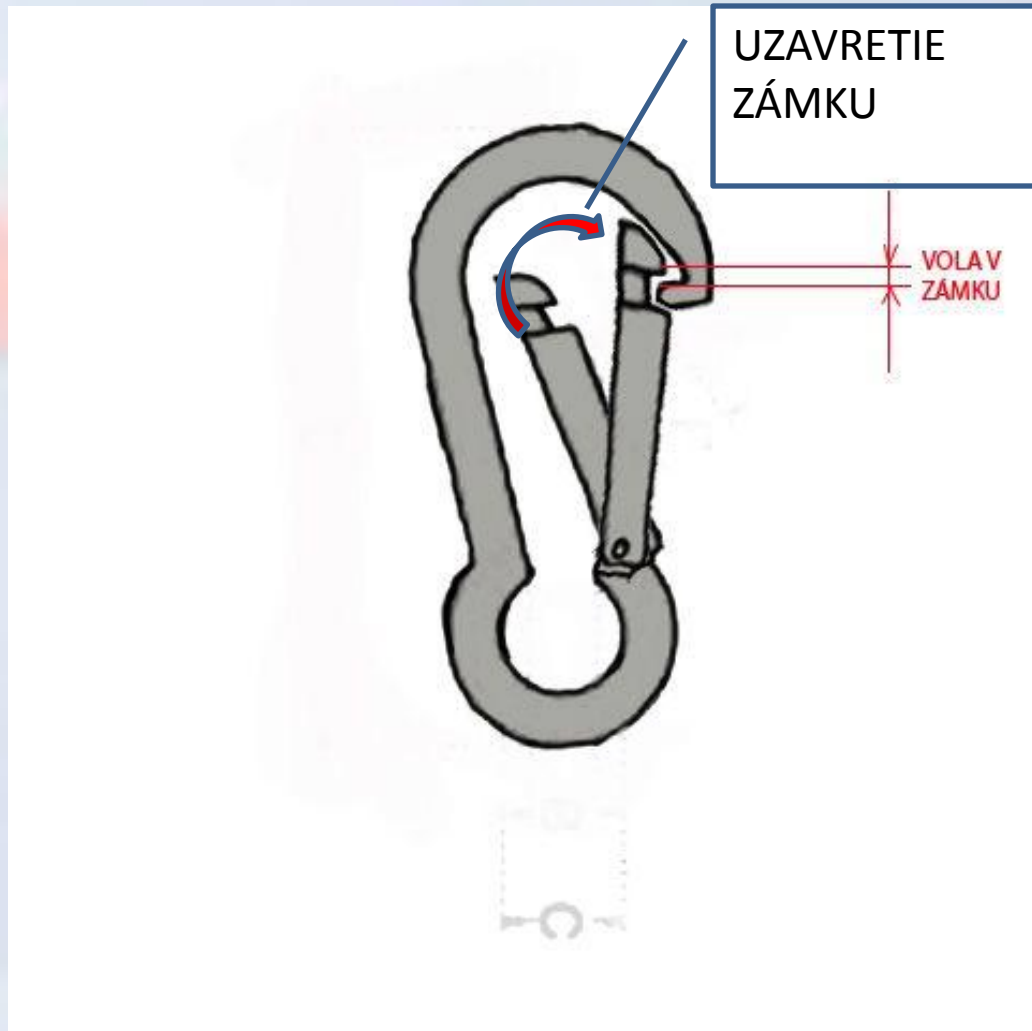
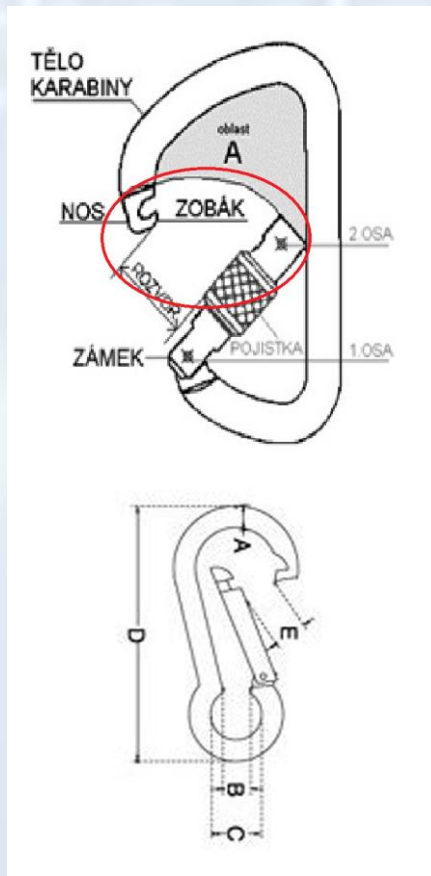
Mechanizmus práce závesnej karabíny v režime háku a režime oka

Výňatok z expertíznej správy

Ďalej bolo pomocou ťahového silomeru a číselníkového odchytkomeru zistené, akú približnú tuhosť v smere bežného prevádzkového zaťaženia má skúmaný typ karabín. Ťahová skúška bola opäť realizovaná na karabíne predloženej ako stopa č.2, pričom v otvorenom (neuzamknutom) stave bola karabína opakovane zaťažovaná ťahovou silou $F = 200\text{N}$, pričom v oblasti uzamykacej drážky bola nameraná deformácia telesa karabíny v smere pôsobiacej sily s hodnotou približne $\Delta_{200} = 0,42\text{ mm}$. Z uvedených zistení bolo zrejmé, že karabína sa až po hodnotu zaťaženia približne $F^I \approx 400\text{ N}$ (približne 40 kp) správa ako otvorený hák a až pri vyššom zaťažení dochádza k opretiu kov na kov v uzamykacom mechanizme a až potom sa začne správať ako uzavreté nosné oko, čo možno považovať za hlavný rizikový faktor rozvoja únavového poškodzovania predmetného typu karabín.

Mechanizmus práce závesnej

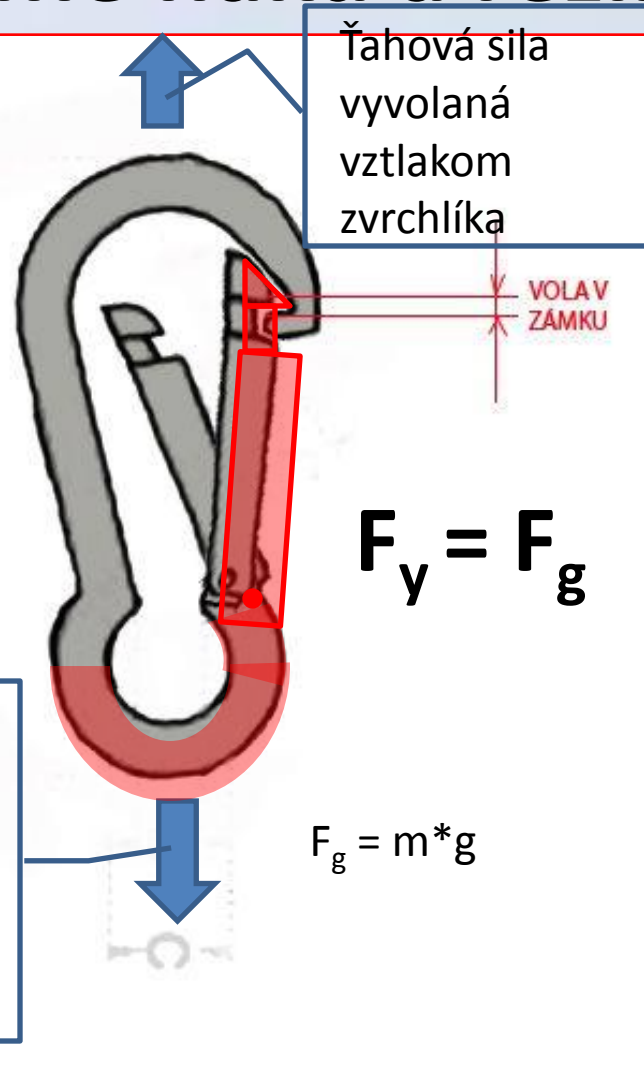
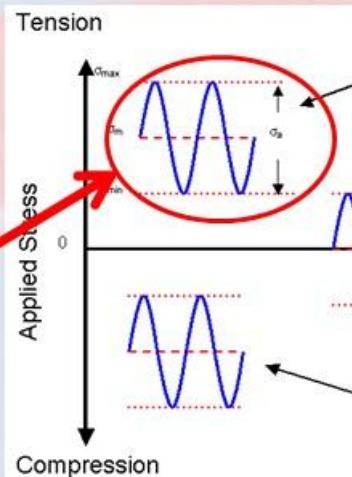
karabíny v režime háku a režime oka



Mechanizmus práce závesnej karabíny v režime háku a režime oka

$$F_y = c_y * \sigma * v^2 / 2 * S$$

Ťahová sila vyvolaná vztlakom zvrchlíka



Ťahová sila vyvolaná hmotnosťou bremena (sedačka, pilot)

$$F_g = m * g$$

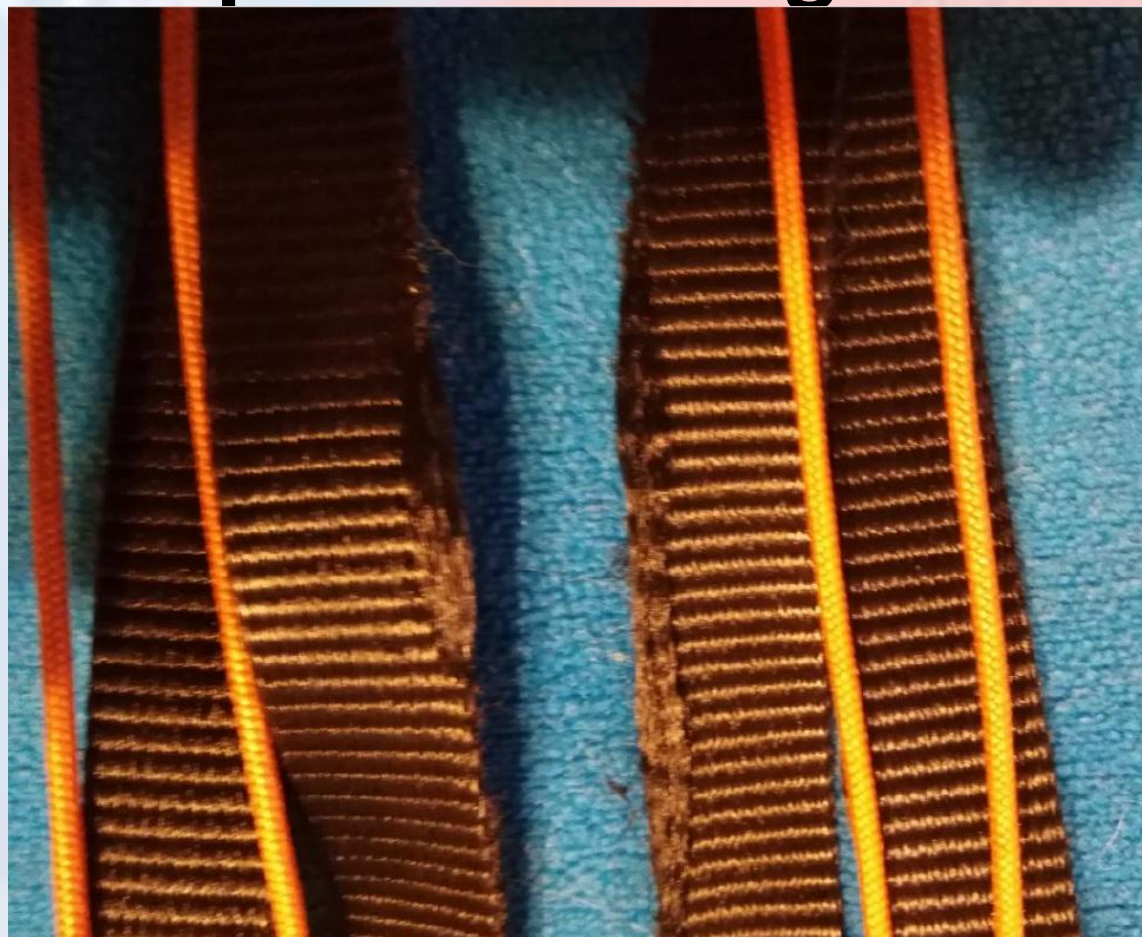
Aplikácia na spojovacie prvky padákov a rogál



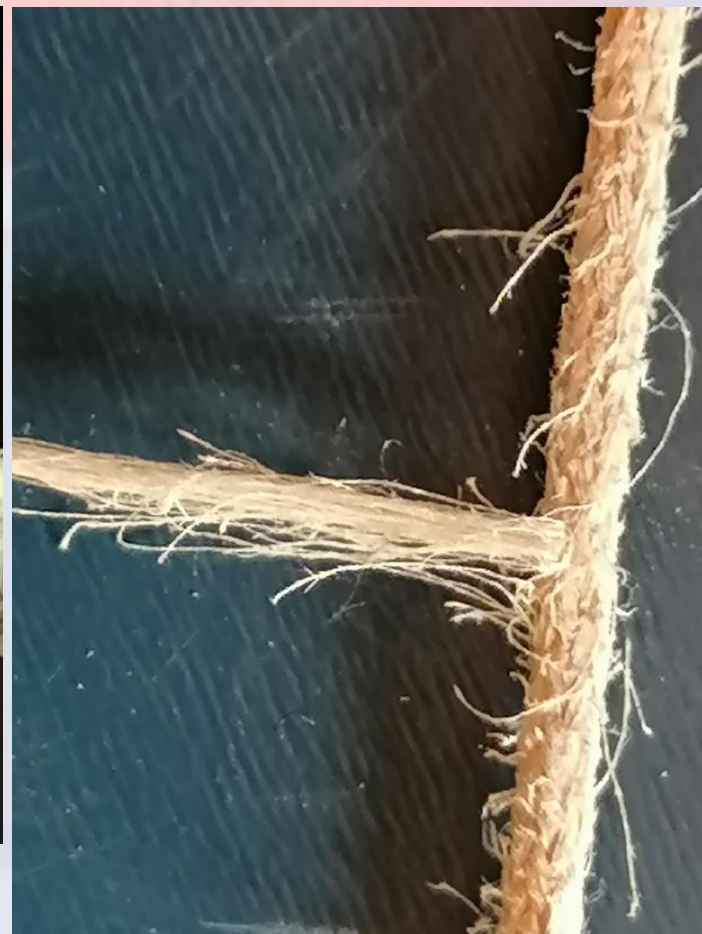


LETECKÁ AMATÉRSKA ASOCIÁCIA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

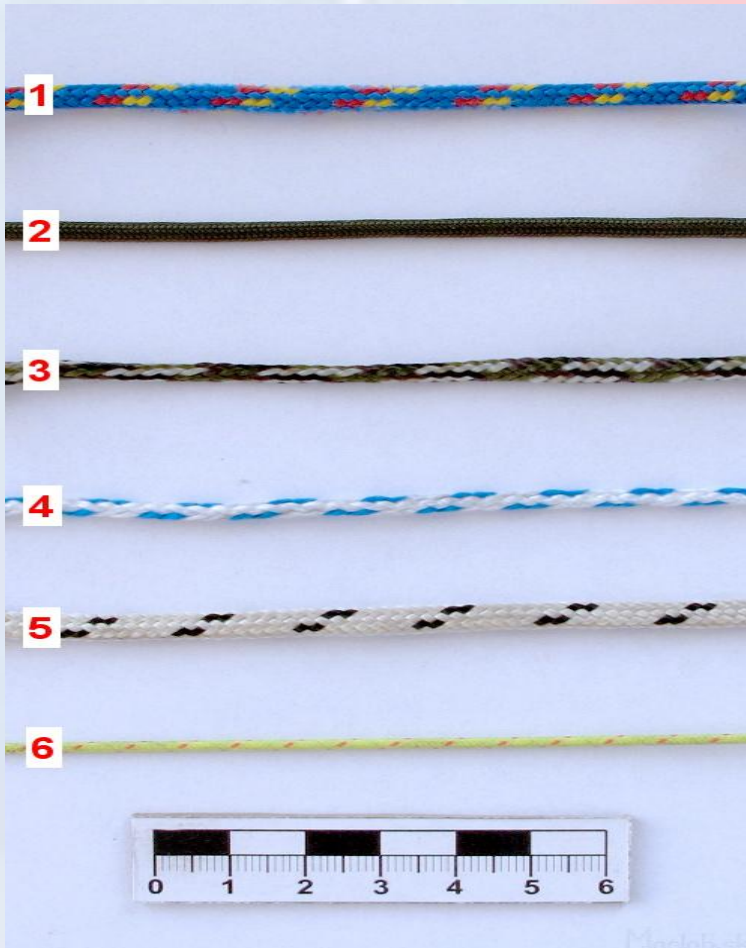
Aplikácia na spojovacie prvky padákov a rogál



Aplikácia na spojovacie prvky padákov a rogál



Aplikácia na spojovacie prvky padákov a rogál



Popis skúšaných šnúr:

1 Nylonová šnúra z Baumaxu. Vyzerá ako Rep-ka ale s označením Not for climbing! Celistvá, bez jadra. Cena 0,6Eur/m.

2 Paracord – kúpený v kamennej predajni pod označením paracord550, ale ťažko povedať či je to naozaj pravdivý údaj. Kruhový priemer 3mm. Jadro s opletom. Cena 0,5Eur/m.

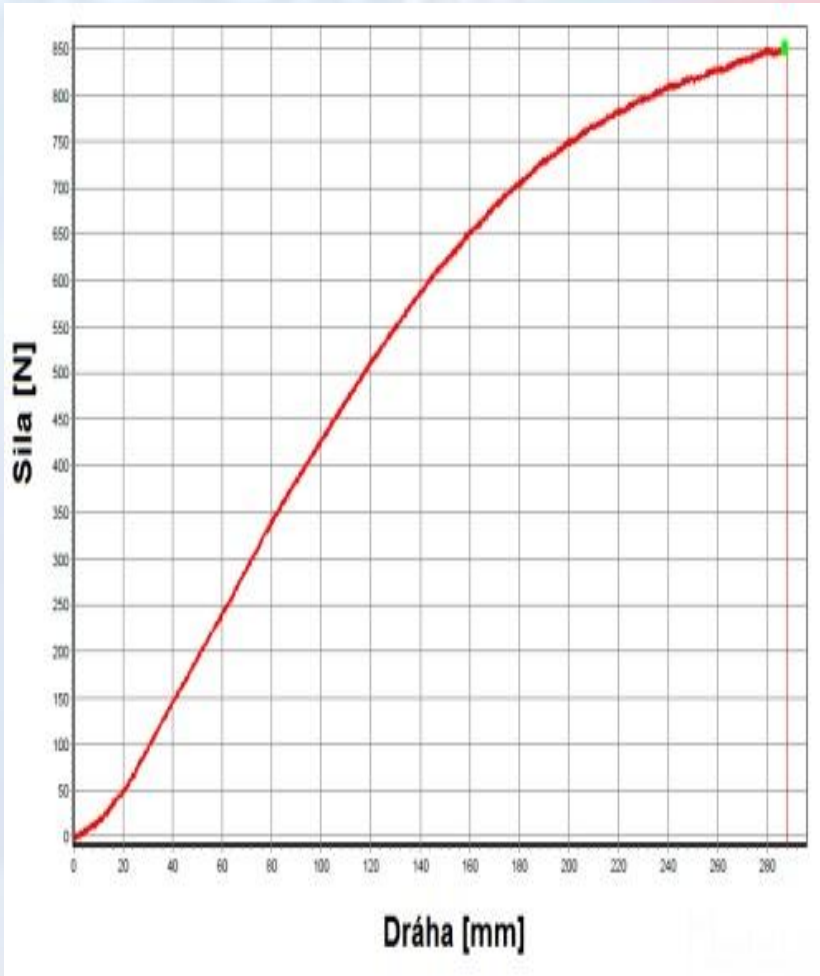
3 Viacúčelový špagát z internetového armyshopu. Asi ho tam majú, (tak ako všetko) preto že je maskáčový. Jadro s opletom. Špagát má obdĺžnikový prierez a opleť sa krúti a krčí. Cena 0,3E/m.

4 Šnúra na prádlo z Tesca. Celistvá, bez jadra. Cena len 0,06Eur/m.

5 Šnúra na vonkajšie rolety. Celistvá, bez jadra. Veľmi oteruvzdorná. Používam ju prednostne na bowdrill. Cena 1Eur/m.

6 Výplet z galérie paraglidingového padáku. Veľmi pevná šnúra, ktorá sa však pri uzlovaní láme. Jadro s opletom.

Aplikácia na spojovacie prvky padákov a rogál



č.	prierez [mm]	max. zaťaženie [kg]	max. napätie [MPa]
1	4	213	167
2	3	120	166
3	2x4	87	107
4	3	96	133
5	2,5x4,5	158	139
6	2	105	330

Aplikácia na spojovacie prvky padákov a rogál



Doba klesania – pádu z výšky 1000 m AGL do dopadu parašutistu bola 71 sec, čo predstavuje rýchlosť 14 m/s (50 km/h).



SKA2012009

https://www.youtube.com/watch?v=pspjHibXuJc&ab_channel=JokkeSommerOfficial

<https://www.independent.co.uk/tv/lifestyle/p-aragliding-accident-abandoned-mid-air-v069b254d>

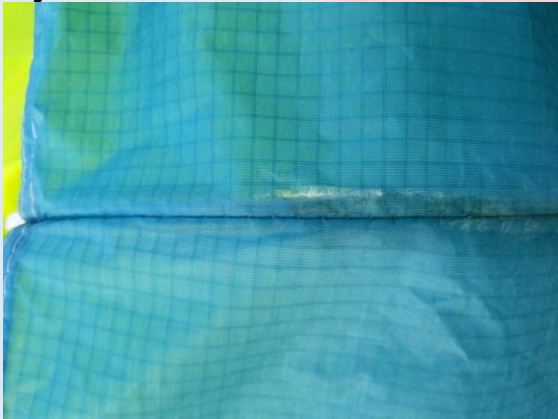
Aplikácia na nosnú plochu paraglidingového padáku

Na predných – nábežných hranách niektorých druhov nových padákov sa objavili trhliny. Vid' obrázok. Výrobca túto vadu pripisuje nesprávnemu používaniu padáka a jeho pádom na nábežnú hranu padáka. Cez to všetko však padák vymenil. Konkrétne sa jedná o trhliny na 10 - tich komorách.



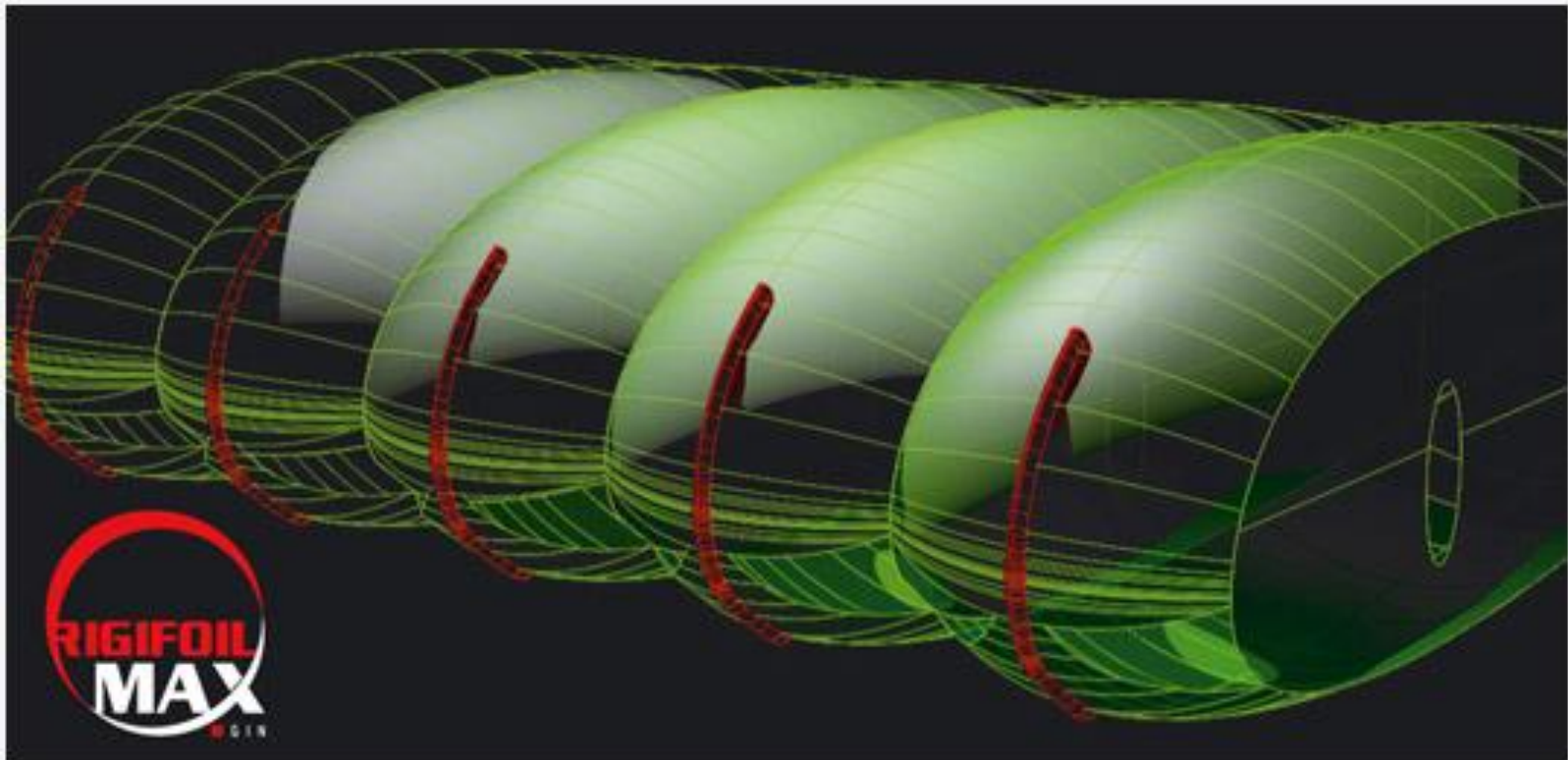
Aplikácia na nosnú plochu paraglidingového padáku

Prikladám podobné poškodenie iného typu PK . Jedná sa o nové padáky kde užívatelia deklarujú šetrné zaobchádzanie.



Aplikácia na nosnú plochu paraglidingového padáku

Na základe rozborov a diskusie na fórach sa usudzuje, že sa jedná o nevhodnú konštrukciu výstuh nábežnej hrany a nevhodný spôsob šitia. Výrobcovia zrejme už tento problém odstránili nakoľko sa už podobné poškodenia neopakujú.



Aplikácia na pohonnú jednotku

Nieko mal asi z pekla šťastie.

Poškodenie výfukového potrubia paramotora, ktorému muselo predchádzať vytvorenie únavovej trhliny a následné prepálenie potrubia s roztavením palivovej nádrže. Je zázrak, že sa pilot nevznietil a bezpečne pristal.



Aplikácia na spojovacie prvky závesných klzákov

Spojovacie prvky závesných klzákov majú tú výhodu, že v svojej podstate sú namáhané strihom v dvoch rovinách. Jednoducho hovoríme o tzv. dvojstrižnom namáhaní. Aj keď napätie v strihu dosahuje zvyčajne iba 70% napätia v ťahu pri dvojstrižnom namáhaní je to výhodnejšie ako prostý šmyk.

Platí:

- Napätie v ťahu (tlaku) označujeme σ sigma udáva sa zvyčajne v (Mpa)

- Napätie v strihu (šmyku) označujeme τ tau udáva sa zvyčajne v (Mpa)

- Pre väčšinu kovových materiálov platí: $\tau = 0,7\sigma$

Aplikácia na spojovacie prvky závesných klzákov

Najjednoduchší prípad šmykového namáhania je na z obr. 1.4a (z obr. 1.4a je zrejmé, prečo sa prostý prípad šmyku nazýva tiež namáhaním na strih). Na obrázku 1.4b je uvedený iný praktický prípad namáhania šmykom - v drieku nitu v rezoch a, b.

Ak sa bude jednať o jednostrížné namáhanie podľa obrázku a) potom bude platiť:

$$\tau = 0,7\sigma$$

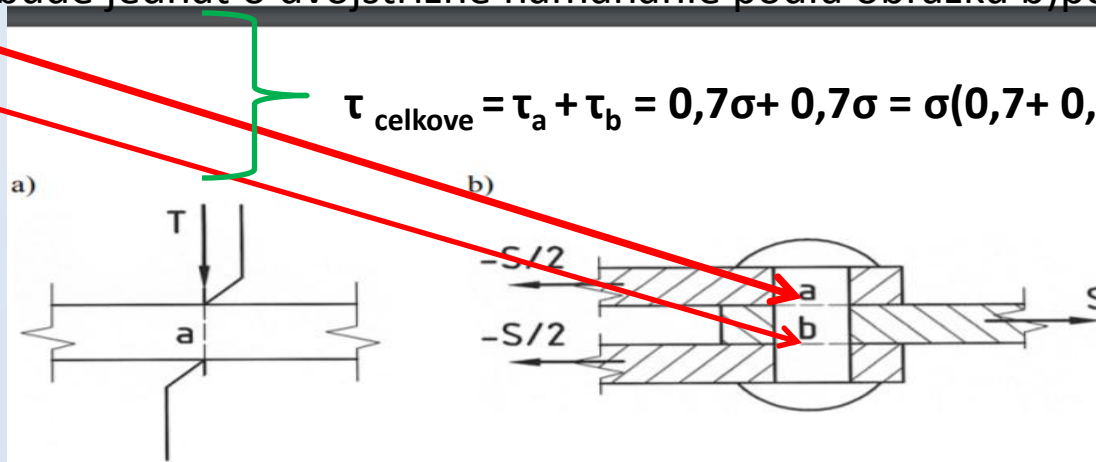
17

Ak sa, ale bude jednať o dvojstrížné namáhanie podľa obrázku b) potom bude platiť:

$$\tau_a = 0,7\sigma$$

$$\tau_b = 0,7\sigma$$

$$\tau_{\text{celkove}} = \tau_a + \tau_b = 0,7\sigma + 0,7\sigma = \sigma(0,7 + 0,7) = 1,4\sigma$$

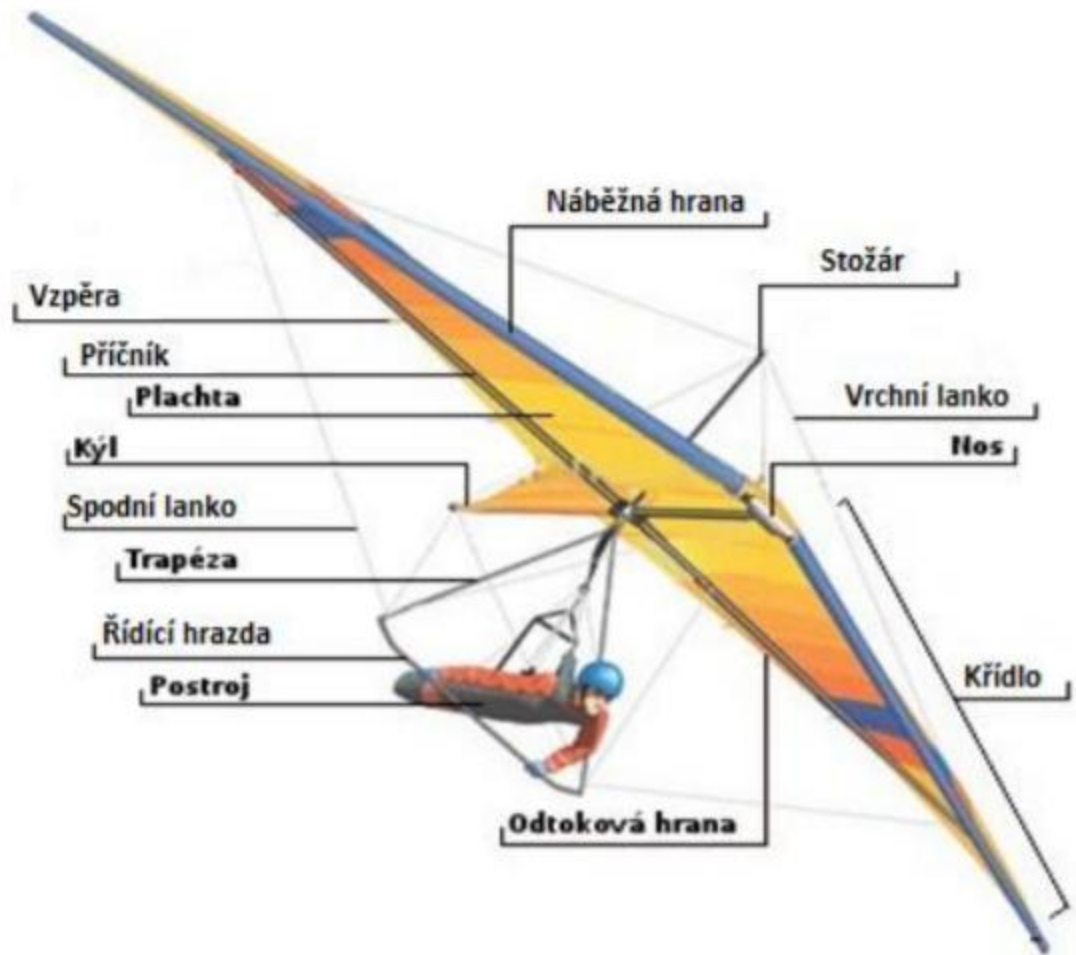


Obr. 1.4

$$\tau_{\text{celkove}} = 1,4\sigma$$

Aplikácia na spojovacie prvky závesných klzákov

Pre závesné klzáky sa mi nepodarilo nájsť správy o poruchách spojovacích čapov.





LETECKÁ AMATÉRSKA ASOCIÁCIA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Aplikácia na spojovacie prvky závesných klzákov

Cez to všetko, ale ani závesné klzáky neobchádzajú poruchy a náhodile stavy spôsobené rôznymi príčinami.

<https://free.zoznam.sk/video/generalka-rogala-vo-vzduchu>

https://www.youtube.com/watch?v=ldR_RHNB5ww

<https://free.zoznam.sk/video/pad-rogala>



ZÁVER

Dôvodom tohto teoretického bloku na úvod sú prípady keď poruchy spojovacích prvkov ohrozujú priamo a veľmi nebezpečne bezpečnosť lietania.

Rozvinul som tému z minulého roku s cieľom hlbšieho pochopenia dejov na materiáloch používaných pri závesnom lietaní.

Veľa techniky, ktorú používame na lietanie je už x rokov používaná a tak sa jej nebudú vyhýbať porúch spôsobené jej používaním v dlhšom časovom horizonte.

Tu je neodmysliteľná časť práce technikov aby zachytili poškodenia, viedli pilota k oprave poškodení a zabezpečili technickú stránku bezpečného lietania.

<https://tvnoviny.sk/zahranicne/clanok/91416-na-tento-hrozivy-zazitok-nikdy-nezabudne-let-na-rogale-ho-mohol-stat-zivot>