



**Osadzovanie pevných istení do skaly**

# Osadzovanie pevných (stálych) istiacich bodov do skaly

Od doby prvého osadenia istiaceho bodu, či skôr postupového bodu, do umelo vyvítanej diery v skalnom teréne prešlo mnoho rokov. Horolezectvo a skalolezenie je dnes v každom smere na omnoho vyššej úrovni ako v minulosti. Platí to samozrejme aj o osadzovaní pevných istiacich bodov. Z vývoja osadzovania pevného istenia jednoznačne vyplýva snaha o vytvorenie čo najideálnejšieho istiaceho bodu, t. j. vysoká pevnosť, dlhá životnosť – čiže bude mať vysokú odolnosť voči korózii a rôznym nepriaznivým mechanickým vplyvom, nevyvímajúc bezpečnú a pohodlnú manipuláciu.

V súčasnosti je k dispozícii niekoľko typov expanzných skôb a takisto borhákov a lepidiel, z ktorých máme možnosť vybrať tie, ktoré budú po odbornom osadení spĺňať podmienky ideálneho pevného istiaceho bodu. I keď táto možnosť tu je už niekoľko rokov, stav mnohých pevných istiacich bodov či už v skalných oblastiach, alebo v horách je

alarmujúci. Za posledné roky sa zvýšil počet prípadov uvoľnených a vypadávajúcich expanzných skôb, točiacich sa lepených borhákov a pádov v dôsledku vytrhnutia pevného istiaceho bodu. Táto situácia nie je len v slovenských horách a skalných oblastiach, ale je obdobná aj v iných krajinách ako vyplýva aj z materiálov vydaných sekciou bezpečnostného výskumu DAV, v novembri 2007. Medzi iným otestovali rôzne systémy expanzných skôb, borhákov a lepidiel, ktorých výsledky sú prevzaté a použité v tomto materiáli. Metodicko-bezpečnostná komisia (MBK) Jamesu sa touto problematikou naposledy zaoberala v roku 2002 a materiál o osadzovaní pevných istiacich bodov do vrátaných dier vyšiel v Jamesáku č.: 5 / 2002 pod názvom „Vrátame, lepíme“. Keďže sa kvalita osadených pevných istení v mnohých našich skalných a horských oblastiach vôbec nezmenila opätovne sa k tomuto problému vraciame.

# Trochu histórie a prehľadu

V minulosti sa používali expanzívne a tzv. expanzívne skoby využívajúce trecí, alebo rozpínací princíp:

1) Tzv. expanzívna skoba s valcovým tvarom drieku (obr. 1), ktorá sa nabíjala do vyvrtanej diery rovnakého priemeru, ako bol priemer drieku skoby. Pevnosť tohoto systému zabezpečovalo z väčšej miery trenie ako rozpínanie. Pri tomto type nikdy nemohla byť zaručená pevnosť osadenia. Využívala sa viac na postup ako na istenie.

**Poznámka: Nie je tu možné zaručiť žiadnu pevnosť – nepoužívať!**

2) Tzv. expanzívna skoba so štvorcovým prierezom drieku (obr. 2), ktorá sa nabíjala do vyvrtanej diery o niečo menšieho priemeru ako bola dĺžka uhlopriečky štvorcového prierezu drieku skoby. Pevnosť tohoto systému zabezpečovalo z väčšej miery trenie ako rozpínanie. Pri tomto type nikdy nemohla byť zaručená pevnosť osadenia.

**Poznámka: Nie je tu možné zaručiť žiadnu pevnosť – nepoužívať!**

3) Expanzívna skoba s valcovým tvarom drieku na konci so zárezom (obr. 3), do ktorého sa vložil klin. Skoba sa vložila do vyvrtanej diery o niečo kratšej, ako bola dĺžka drieku skoby spolu s klinom. Potom sa nabila po očko do vyvrtanej diery, čím prišlo k rozťahnutiu drieku skoby na konci diery. Ak vrtajúci neodhadol správne dĺžku diery, skoba sa nedala zažiť po očko (krátka diera). V opačnom prípade zasa nedošlo k rozťahnutiu drieku skoby (dlhá diera). Na vrtanie dier bolo nutné použiť vrták s rovnou vrtacou korunkou, aby nedošlo k zdeformovaniu klinu.

**Poznámka: Nedá sa spoľahlivo zaručiť pevnosť – nepoužívať!**

4) Expanzívna skoba s trubkovým driekom na konci s krížovým zárezom (obr. 4), do ktorého sa vložil kužeľ. Postup osadenia bol rovnaký ako v predošlom prípade.

**Poznámka: Nedá sa spoľahlivo zaručiť pevnosť – nepoužívať!**

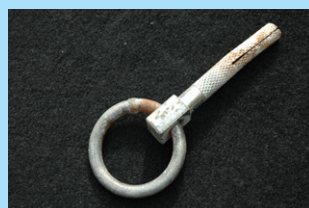
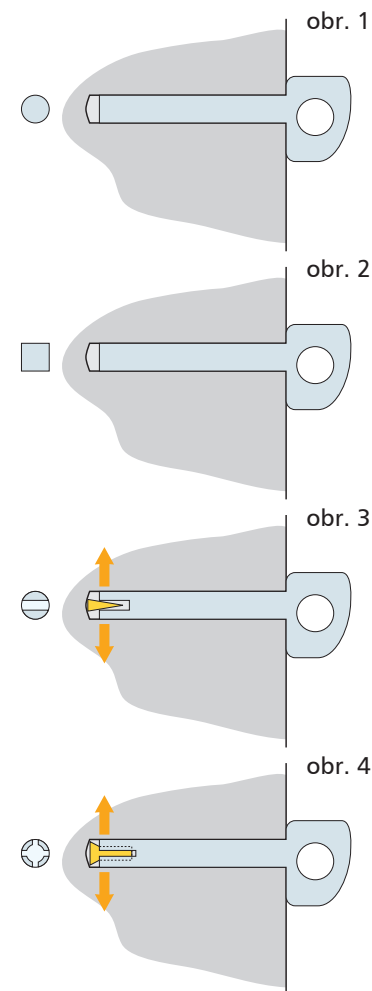
5) V oblastiach s mäkkou horninou, ako sú napríklad pieskovcové skaly sa pevné istiace body tzv. kruhy osádzali do vrtaných dier väčšieho priemeru, ako bol priemer tela kruhu s háčikovým výstupkom na konci. Priestor medzi stenou diery a telom kruhu sa vyplnil tzv. „vytemoval“ olovom. Voda vnikajúca medzi olovo a telo kruhu spôsobovala jeho koróziu.

**Poznámka: Nedá sa spoľahlivo určiť doba použiteľnosti – nepoužívať!**

6) Zalievanie kruhov a borhákov cementovou (betónovou) maltou je trochu novšieho dáta. Tu nastal problém optimálnej hrúbky betónovej malty medzi stenou diery a telom kruhu, navyše vplyvom karbonizácie betónu sa postupom času voda dostala do vnútra diery a spôsobovala koróziu tela kruhu.

**Poznámka: Nedá sa spoľahlivo zaručiť pevnosť a určiť doba použiteľnosti – nepoužívať!**

U všetkých v minulosti používaných expanzívnych skôb, okrem už uvedených nebezpečenstiev, hrozí nekontrolovateľné korodovanie drieku skoby. I keď boli pri výrobe povrchovo upravené (je úplne jedno akým spôsobom či technológiou), pri nabíjaní do diery dochádzalo k zodratiu povrchovej úpravy v miestach styku skoby so stenou diery. Okrem toho má každá povrchová úprava len obmedzenú životnosť!



# SúčasnÉ typy expanzívnych skôb (nitov), borhákov a kotiev<sup>1</sup>

V súčasnej dobe sa na vytvorenie istiacich bodov osadených do vŕtaných dier v lezeckých terénoch využívajú tri systémy pevného ukotvenia tela istiaceho bodu vo vyvŕtanej diere:

- 1) Rozpínací (expanzívny) systém – expanzívne skoby (nity, kotvy)
- 2) Tvarový systém – kotvy
- 3) Chemický systém (lepenie, tzv. chemické kotvenie) – borháky, chemické kotvy

## 1. Rozpínací (expanzívny) systém

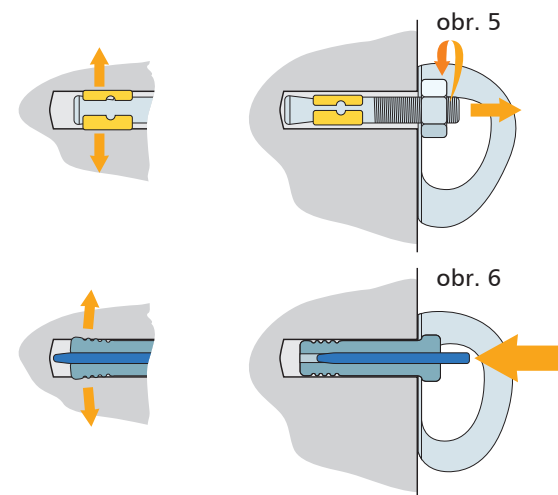
1) Rozpínací princíp pevného ukotvenia expanzívnych skôb (nitov, kotiev) je založený na systéme rozpínacích síl exp. skoby pôsobiacich na steny vyvŕtanej diery v jej zadnej tretine. Tento spôsob je výhodný preto, že sa dá po osadení okamžite použiť. Je vhodný pre použitie ako v horských, tak aj v skalných terénoch hlavne pri prvovýstupoch robených z dola. V súčasnosti sa najčastejšie používajú tieto dva spôsoby:

- a) rozpínanie pomocou vtáhovania kužeľa alebo segmentu (obr. 5)
- b) rozpínanie pomocou vrážania ocelového trňa (obr. 6)

1a) Z týchto dvoch spôsobov je jednoznačne lepší a bezpečnejší ten, kde skrutkou vtáhuje kužeľ do tela nitu alebo je segment vtáhovaný na kužeľ, ktorý sa týmto rozpína (obr. 1, 2). Pri tomto spôsobe dokážeme citlivejšie regulovať tlak pôsobiaci na steny diery, je však lepšie použiť momentový kľúč, lebo pri veľmi veľkom tlaku by mohlo

prísť k vytrhnutiu tzv. taniera zo skaly, alebo strhnutiu závitú na matke či skrutke. U segmentových kotiev by mohlo prísť k zdeformovaniu segmentu a jeho následnému prevlečeniu cez kužeľ, preto je doporučované u kotiev M10 (dĺžky 75mm) vyvinúť krútiaci moment pri zatáhovaní 20 až 35 Nm a pri M12 (dĺžky 85mm) krútiaci moment pri zatáhovaní 40 až 50 Nm. (Pri použití normálneho vidlicového kľúča dlhého 20cm sme schopní vyvinúť krútiaci moment cca 45 Nm.) Expanzívne skoby môžeme spoľahlivo použiť len v kompaktnej, homogénnej kryštalickej hornine s vysokou pevnosťou, ako napríklad žula, andezit atď., pri vápenci je veľmi dôležitá vnútorná nerozpraskanosť horniny, pretože kužeľ vtiahnutý skrutkou do tela exp. skoby vytvára teoreticky neustály tlak na steny vyvŕtanej diery. Popri tom diera nie je vodotesne uzavretá a voda, ktorá vnikla do diery môže pôsobiť deštruktívne hlavne v zimnom období. Ocelové exp. skoby s galvanickou povrchovou úpravou sú nevhodné a nebezpečné pre ich krátku životnosť, pretože nemôžeme kontrolovať stav skorodovania exp. skoby vo vnútri diery. Je teda nevyhnutné používať exp. skoby z nerezovej ocele! To platí aj pre očká (plakety). Exp. skoby a očká musia spĺňať požiadavky noriem EN 959 alebo UIAA 123. Minimálna doporučovaná dĺžka osadenia tela exp. skoby v pevnej hornine je 70mm.

Základné pevnostné požiadavky podľa EN : pevnosť v ťahu 15 kN, pevnosť v strihu 25 kN.  
Základné pevnostné požiadavky podľa UIAA : pevnosť v ťahu 20 kN, pevnosť v strihu 25 kN.



<sup>1</sup> kotva – výraz používaný a prebratý zo stavebníctva

**1b)** Druhý z týchto dvoch typov je založený na princípe rozpínania zadnej časti exp. skoby (nit) pomocou vrážania trňa (obr. 6). Niektoré z týchto nitov majú vrtaciu korunku, čo umožňuje osadenie istiaceho bodu bez veľkého množstva náradia, čím by sa mohli zdať výhodné, sú ale veľmi krátke (pri priemere 12mm cca 45 mm), čím vytvárajú tlak tesne pod povrchom skaly a nespĺňajú základné požiadavky normy! Typ tohoto nitu s vrtacou korunkou sa obvykle nevyrába z nerezovej ocele, pevnosť v dôsledku možného prekalenia či precementovania je nezaručená a životnosť v dôsledku korózie je taktiež nezaručená. Navyše sa v posledných rokoch u nás množia prípady zlyhania pevnosti a vypadnutia v dôsledku prasknutia, či zlomenia jedného zo štyroch segmentov rozťahnej časti tohoto nitu. Nedoporučujeme používať!

### Pracovný postup:

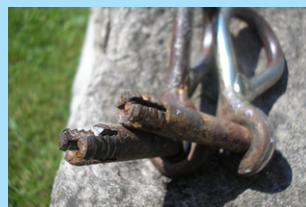
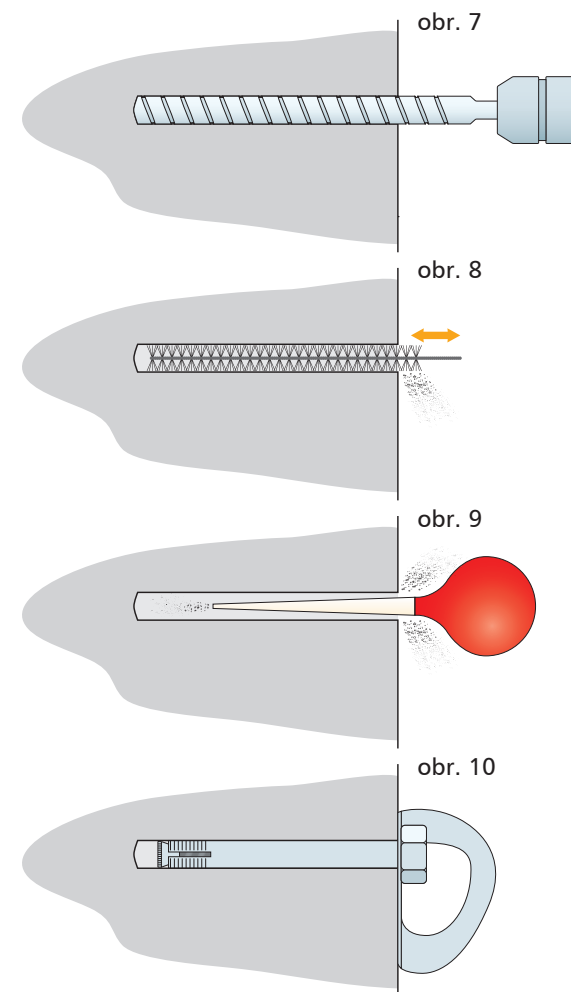
**1)** Do skaly vyvrtáme dieru s priemerom tela exp. skoby (obr. 7) a o pár milimetrov hlbšiu ako je dĺžka exp. skoby. Povrch skaly musí byť rovný, aby

očko sedelo po celej ploche. Dieru vyvrtáme kolmo na povrch skaly. Miesto vrtania musí byť v kompaktnej a pevnej hornine a vzdialené od okraja skaly či hrany, alebo najbližšej špáry min. 15cm. Pri osádzaní dvojice exp. skôb (napríklad na istiacom stanovišti) bude osová vzdialenosť medzi min. 30cm a jednotlivé exp. skoby budú tak isto vzdialené od okraja skaly či hrany, alebo najbližšej špáry min. 15cm.

**2)** Dieru vyčistíme kruhovým kartáčom a vyfúkame (obr. 8 a 9).

**3)** Vložíme do nej exp. skobu s očkom, prípadne ho nabijeme ľahkými údermi kladiva a kľúčom (výhodnejšie je použiť momentový kľúč) zatiahneme skrutku (obr. 10).

**Poznámka:** Ak exp. skoba pri vkladaní či zatĺkaní ide ťažko, pre vrtanie ďalšej diery použijeme nový vrták. V opačnom prípade sa môže stať, že ak budeme pri vrtaní hýbať s vrtáčkou do strán, alebo hore dole, diera bude veľká a rozťahný systém nebude optimálne účinný.

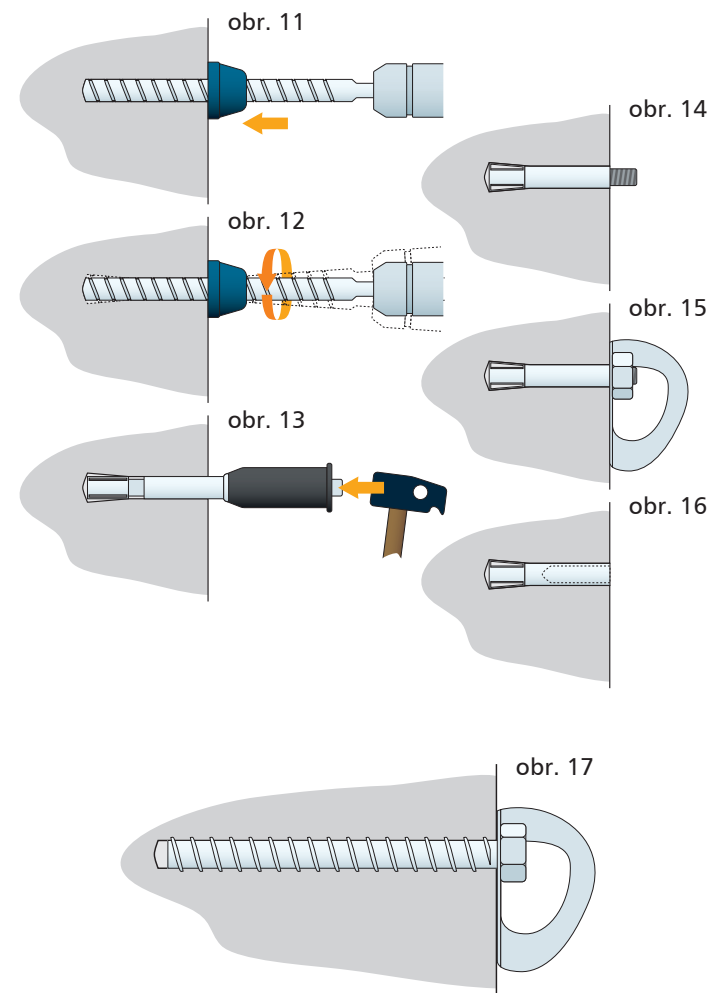


## 2. Tvarové systémy

**2a)** Prvým typom je kotva Zykon FZA (fy. fischer), ktorá využíva rozpínací princíp pevného ukotvenia exp. skoby (kotvy) bez pôsobenia rozpínacej sily na steny vyvrtanej diery. Základným princípom tejto techniky je vyvrtaná diera s kužeľovitým rozšírením na jej konci (obr. 11). (K vyvrtaniu takejto diery potrebujeme špeciálny vrták (obr. 12) – Zykon FZUB.) Kotvu vložíme do diery až na jej koniec a údermi kladiva narazíme púzdro kotvy na kužeľ (obr. 13), čím sa vyplní kužeľové rozšírenie diery a tým vznikne tzv. tvarový styk (obr. 14). I keď tieto kotvy (FZA 14mm x 60mm) obstáli pri skúške na ťah (podľa testov DAV) a vyrábajú sa aj z nerezovej ocele sú pri priemere 14mm príliš krátke (60mm) a nevyhovujú norme! Podľa staršej literatúry horšie znášajú dynamické nárazy. Nedoporučujeme používať!

**2b)** Druhým typom je samorezá skrutka v stavebnom priemysle používaná do betónu (obr. 17). Po vyvrtaní diery do skaly, ktorá sa rovná priemeru dierky skrutky a dôkladnom vyčistení, jednoducho

zaskrutkujeme kotvu do diery (nesmieme ale prekročiť predpísaný krútiaci moment). Skrutka nevytvára žiadne rozpínacie sily na steny vyvrtanej diery. Kalená predná časť skrutky narezáva závit do horniny, čím vytvára veľký odpor pri zaskrutkovaní. Hodila by sa iba do materiálov ako je vápenec, do tvrdších hornín ako je žula je nevhodná pre veľký odpor pri zaskrutkovaní a z tohoto dôvodu by mohlo prísť k poškodeniu skrutky. Do mäkkých hornín ako je pieskovec je tak isto nevhodná pretože nevytvára dokonalý tvarový styk, čím vykazuje nízke pevnosti. Výhodou a súčasne aj nevýhodou je, že sa dajú kedykoľvek vyskrutkovať a vymeniť, či po prevrtaní diery zameniť za exp. skobu, alebo borhák. Podľa materiálov DAV sa po niekoľkých pádoch kotva uvoľní a dá sa vyskrutkovať rukou, dokonca sa pod zaťažením môže sama pomaly vyskrutkovať. Kotvy vyrábané z klasickej povrchovo upravenej ocele môžu byť nebezpečné, ako je to uvádzané u exp. skôb s vrtacou korunkou, svojou krehkosťou, alebo naopak nízkou pevnosťou. Nedoporučujeme používať ako pevný istiaci bod!



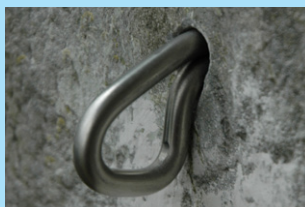
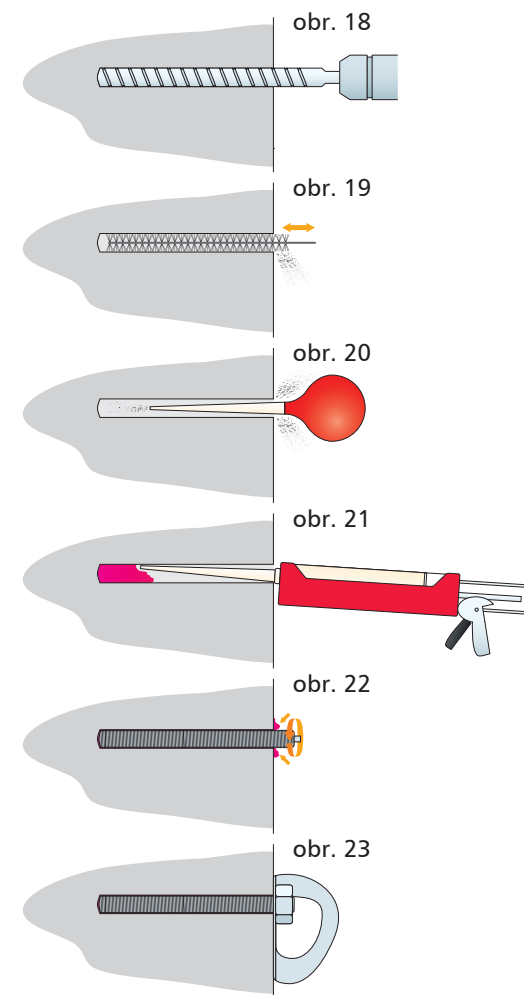
### 3. Chemický systém – chemické kotvy a borháky

3a) Ukotvenie borhákov a kotiev lepením (tzv. chemické kotvenie) je ideálne do všetkých druhov hornín. Výhodou tohto kotvenia je, že tu nepôsobia nijaké tlakové faktory a lepšie znáša aj pôsobenie dynamických nárazov a vibrácií. Minimálna dĺžka borhákov a kotiev v tvrdých horninách je 70mm, v mäkkých horninách ako je pieskovec musí byť dĺžka osadenia 100mm a viac. Borhák musí mať výrazné rebrovanie podobné závitú. V žiadnom prípade nesmie byť telo borháku hladké. Pri tomto spôsobe kotvenia nie je hornina, v ktorom je borhák osadený, namáhaná nijakým vnútorným tlakom a všetko zaťaženie je prenášané lepiacou hmotou. Základné typy lepiacich hmôt sú vyrobené na báze polymérov (napr. polymércementy umožňujúce lepenie aj v mierne vlhkom prostredí), epoxydových živíc, či vinylesterovej živice, vyznačujúce sa vysokou pevnosťou. So súčasnými lepiacimi hmotami môžeme pracovať aj pri mínusových teplotách hornín. Toto neplatí o teplote lepiacej hmoty, jej teplota by nemala klesnúť pod 5 °C (neplatí všeobecne). Používame tak ako u iných systémov zásadne borháky a kotvy z nerezovej ocele. Pokiaľ je lepenie borhákov a kotiev vykonané odborne vyказuje veľmi veľké pevnosti ako v ťahu, tak isto aj v strihu, ktoré vysoko prevyšujú požiadavky noriem EN a UIAA. Je ale bezpodmienečne nevyhnutné dodržať technológiu práce a podmienky stanovené jednotlivými výrobcami lepiacich hmôt. Nevýhodou chemického kotvenia je, že sa istenia nedajú ihneď použiť.

**Poznámka:** Lepiace hmoty, napríklad na báze epoxydov bez plnív, majú obvykle redšiu konzistenciu a nie sú preto vhodné na lepenie borhákov a kotiev v previsnutých stenách a v previsoch, a majú dlhšiu dobu vytvrdenia.

#### Pracovný postup:

- 1) Do skaly vyvrtáme dieru, ktorej priemer je o 1,5 až 2 mm väčší ako je priemer tela borháku (obr. 18) či kotvy, podľa toho akú lepiacu hmotu používame (vždy dodržiavame pokyny výrobcu danej lepiacej hmoty!) a o pár milimetrov hlbšiu ako je dĺžka kotvy. Povrch skaly musí byť rovný, aby očko sedelo po celej ploche. Dieru vrtáme kolmo na povrch skaly. Pri lepení borháku upravíme zoseknutím spodný okraj diery, aby spodný ohyb oka borháku kopíroval skalu.
- 2) Dieru vyčistíme kruhovým kartáčom (obr. 19) a dôkladne vyfúkame (obr. 20). Túto operáciu opakujeme dovtedy, kým vnútro diery nebude zbavené úlomkov a prachu z vrtania. Ak by sme vnútro diery dôkladne nezbavili prachu, tento vytvorí separačnú vrstvu medzi lepiacou hmotou a horninou a borhák nebude držať!
- 3) Potom do zadnej časti diery (odzadu smerom dopredu) aplikujeme lepiacu hmotu (obr. 21) v takom množstve, aby pri „skrutkovitom“ zasunutí kotvy táto vytlačila malé množstvo lepiacej hmoty (obr. 22) po celom obvode diery. Prebytočnú lepiacu hmotu odstránime stierkou a okolie začistíme. Borhák, alebo kotva musí byť pred lepením zbavená nečistôt a to hlavne



mastnoty, aby nevytvorila separačnú vrstvu medzi lepiacou hmotou a borhákom!

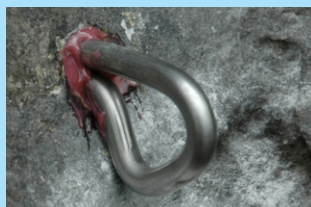
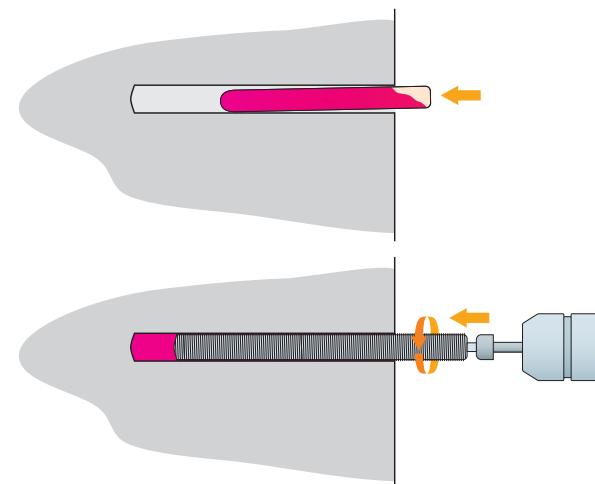
- 4) Ak použijeme kotvu, očko nasadíme a pritiahneme až po vytvrdnutí lepiacej hmoty (obr. 23). Doba vytvrdnutia závisí na teplote okolia a druhu lepiacej hmoty (vždy dodržíme pokyny výrobcu!).

### Lepiacu hmotu aplikujeme zásadne z kartuše so zmiešavačom.

3b) Ak osádzame jedno alebo menšie množstvo istení rozmiestnených na dlhšom úseku je výhodnejšie použiť pre chemické kotvenie ampule. Nevýhodou je, že sa nedajú použiť v previsnutých úsekoch výstupu a nie sú vhodné na lepenie borhákov, ktorých telo tvorí dvojica drôtov. Pri použití ampule musíme dodržať správnu veľkosť ampule k danému priemeru a dĺžke kotvy a priemeru vyvrtanej diery (obr. 24). V tomto prípade je nutné použiť daný druh ampule iba pre doporučené druhy kotiev. Po rozbití ampule je potrebné dokonalé rozmiešanie obsahu, aby nastala reakcia medzi dvoma chemickými zložkami rovnomerne. U niektorých je nutné toto rozmiešanie vykonať rotačným príklepom za pomoci vrtáčky (obr. 25), u iných druhov stačí na rozbitie ampule kladivo a pootáčanie rukou. Tento spôsob však býva fyzicky náročný a musí byť vykonaný rýchlo (lepiaca hmota po reakcii rýchlo tuhne. Ako v predošlom prípade, aj tu je nutné používať kotvy a „borháky“ len z nerezovej ocele. Niektoré z typov lepidiel umožňujú lepenie kotiev aj do vlhkých dier, avšak sa tým predlžuje doba vytvrdnutia.

## Pracovný postup:

- 1) Do skaly vyvrtáme dieru, ktorej priemer je o cca 2 mm väčší ako je priemer tela borháku či kotvy, (vždy dodržíme pokyny výrobcu danej lepiacej hmoty!) a hĺbokú ako je dĺžka ampule. Povrch skaly musí byť rovný, aby očko sedelo po celej ploche. Dieru vrtáme kolmo na povrch skaly.
- 2) Dieru vyčistíme kruhovým kartáčom a dôkladne vyfúkame. Túto operáciu opakujeme dovtedy, kým vnútro diery nebude zbavené úlomkov a prachu z vrtania ako v predošlom prípade.
- 3) Potom otočíme ampulu koncom (polguľatou časťou) nadol, aby sa bublina v ampule dostala do jej prednej časti a vsunieme ju do diery (obr. 24). Potom s kotvou upevnenou vo vrtáčke pomocou prípravku a nastaveným príklepom rozbíjame a postupne miešame obsah ampule (obr. 25). V prípade použitia ampule, kde výrobca nepredpisuje rozmiešanie pomocou rotačného príklepu, úderom kladiva po kotve rozbijeme prednú časť ampule a rukou pootočíme kotvu, znovu udrieme kladivom po kotve a pootočíme ju. Takto pokračujeme až na koniec, pričom kotvu pootočíme minimálne 10-krát. Prebytočnú lepiacu hmotu odstránime stierkou a okolie začistíme. Kotva musí byť pred lepením zbavená nečistôt a to hlavne mastnoty. Vždy dodržíme pokyny výrobcu danej lepiacej hmoty!
- 4) Ak použijeme kotvu, očko nasadíme a pritiahneme až po vytvrdnutí lepiacej hmoty. Doba vytvrdnutia závisí na teplote okolia a druhu lepiacej hmoty. Vždy dodržíme pokyny výrobcu!



Inštruktážne video nájdete na [www.james.sk/video/borhaky.wmv](http://www.james.sk/video/borhaky.wmv)



# Poznámky na záver a výsledky testov sekcie bezpečnostného výskumu DAV

## Požiadavky normy EN 959 (norma UIAA 123 a doporučenia DAV)

- × pevnosť v ťahu min. 15 kN (norma UIAA 123 – min.20 kN)
- × pevnosť v strihu min. 25 kN
- × pri lepených kotvách musí byť hĺbka lepenia min. 70mm
- × pri expanzných skobách musí sa hĺbka osadenia rovnať min. 5 násobku priemeru skoby. Sekcia bezpečnostného výskumu DAV navyše doporučuje hĺbku osadenia min. 70mm.
- × všetky časti exp. skôb, borhákov a kotiev musia byť vyhotovené z rovnakého materiálu (podľa normy UIAA 123 musia byť vyrobené z nehrdzavejúcej ocele!)

## Lepiace hmoty

Väčšina lepiacich hmôt ma dráždivý účinok na oči, dýchacie orgány a niektoré môžu mať leptavý účinok na pokožku. Doporučujeme preštudovať návod na použitie a v tomto ohľade používať ochranné pracovné prostriedky!

- × používať lepiace hmoty určené do exteriéru na kotvenie v prírodnom kameni a určené pre ťažké kotvenie!
- × nepoužívať lepiacu hmotu po uplynutí záručnej doby!
- × ak nie je lepiaca hmota v ampule tekutá nepoužívajte ju!

- × na lepenie z kartuše sa musí bezpodmienečne použiť špeciálna aplikačná pištoľ s vhodnou zmiešavacou dýzou, na lepidlá Fischer FIS VS 150 a Upat UPM 44 CX stačí bežná klasická aplikačná pištoľ na tmel
- × na začiatku lepenia z novej kartuše je potrebné zahodiť prvé množstvo lepidla v dôsledku nedostatočného zmiešania – postupujte vždy podľa doporučenia výrobcu!

## Kontrola lepenia

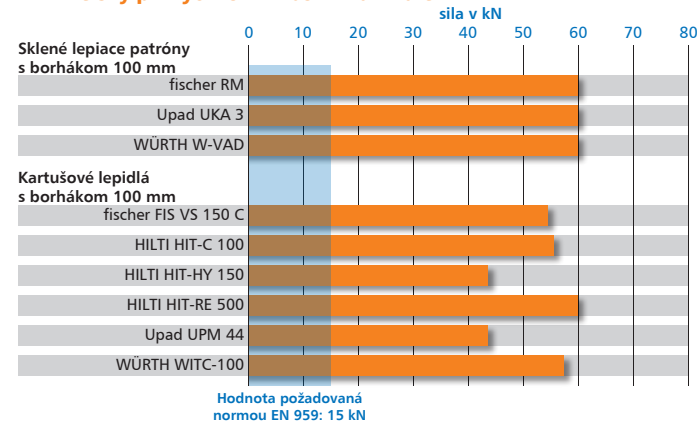
Po vytvrdnutí je potrebné skontrolovať pevnosť borháka. Zapnite do oka borháku karabínu a pokúste sa ňou otočiť oko borháku. Ak sa borhák nepootočil dá sa predpokladať že lepiaca hmota vytvrdla dobre.

## Ťahové skúšky lepidiel

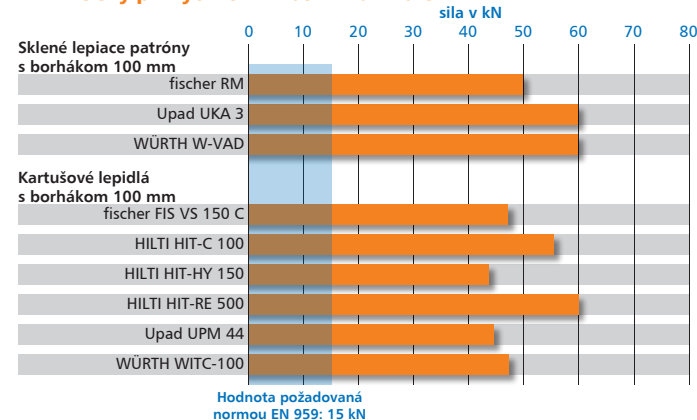
Sekcia DAV otestovala 45 borhákov na ťah (Salewa s dĺžkou osadenia 100mm) s 9 rôznymi lepidlami od fy. Fischer, HILTI, Upat a WÜRTH osadených vo vápenci a v rule. Okrem toho bolo vykonaných 15 ťahových skúšok v mäkkom, stredne tvrdom a tvrdom pieskovci s tým istým typom borháku, ktorý má vrúbkovanie podobné závitú, čo je ideálne pre dané druhy lepidiel.

Pre každý typ lepidla a horniny bolo použitých 5 ks borhákov. v niektorých prípadoch bola skúška prerušená pri 60 kN, aby sa neporušilo vytáhovacie zariadenie.

### Axiálne sily pri vyťahovaní borháku v rule



### Axiálne sily pri vyťahovaní borháku v rule



Ťahové skúšky expanzívnych skôb (nitov) a tvarových kotiev

Pri skúške na ťah bolo použitých 5 nitov z každého druhu osadených vo vápenci.

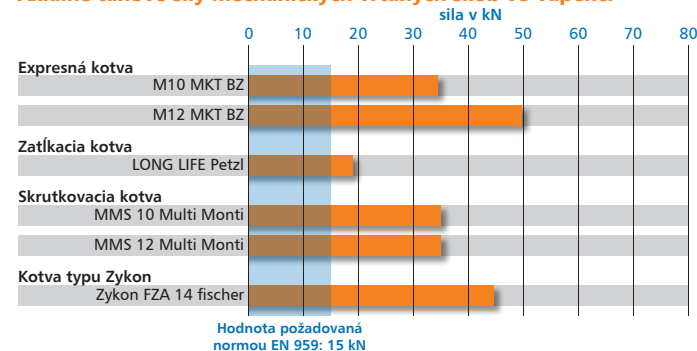
## Trvalé prahové zaťaženie

Aby bolo možné zistiť vplyv častých pádov na pevnosť skôb, vykonala sekcia bezpečnostného výskumu DAV sériu pokusov na trvalé prahové zaťaženie. Testovali sa vždy tri expresné (segmentové) kotvy M 10 (MKT BZ plus), skrutkovacie kotvy MMS 10

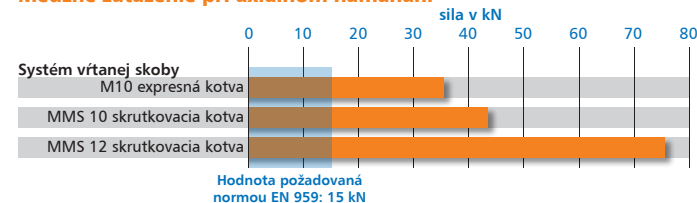
(HECO) a MMS 12 (HECO). Boli osadené do vápencovej dosky a podrobené 5000 záťažovým cyklom v rozmedzí 1 kN až 7 kN, teda simulovaných pádov, čo predstavuje extrémne zaťaženie, ktoré sa dá v praxi sotva očakávať. Analýza konečnej pevnosti sa vykonala v ťahovom a strihovom smere pôsobenia sily. V tabuľke je znázornená priemerná konečná pevnosť.

**Poznámka: pri jednom z testov skrutkovacia kotva MMS 10 nevydržala normou stanovenú pevnosť (len 11,8 kN).**

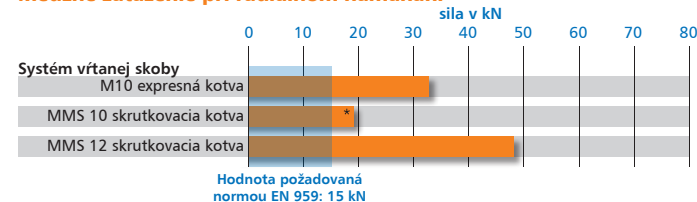
### Axiálne ťahové sily mechanických vŕtaných skôb vo vápenci



### Medzné zaťaženie pri axiálnom namáhaní



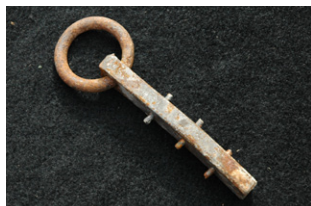
### Medzné zaťaženie pri radiálnom namáhaní



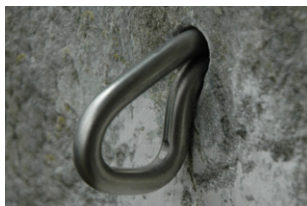
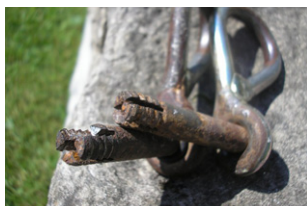
\*Pri jednom z troch skúšok vydržala skrutkovacia kotva MMS 10 medzné zaťaženie len 11,8 kN. Pri všetkých ostatných kotvách boli všetky hodnoty výrazne vyššie ako požiadavka normy a rozptyl bol výrazne menší.

## Obrazová príloha

## Video



Inštruktážne video nájdete na [www.james.sk/video/borhaky.wmv](http://www.james.sk/video/borhaky.wmv)





Kruh (necertifikovaný) osadený v betóne. Vytiahnutý pri výmene istenia, uvoľnený niekoľkými údermi kladiva. Príčina: nesprávne namiešaný betón a korózia.



Kruh (necertifikovaný) vytiahnutý z diery pomocou páky a kladiva. Príčina: kolík neroztiahol pracovnú časť nitu v diere, pravdepodobne bola diera príliš dlhá.



Kruh (necertifikovaný) zlomený pri pokuse o výmenu z dôvodu veľkého presahu, vyvrtaná diera bola príliš krátka.



„Borhák“ (necertifikovaný) z istiaceho stanoviska náhodne odlomený jedným úderom kladiva pri čistení skaly. Príčina: zlyhanie materiálu, nevhodné tepelné spracovanie-prekalený.



Diera s rozpínacou časťou drieku samozávrtného nitu priemeru 10mm osadený v žule. Zlomené pri odsadnutí do zlaňáku. Nevhodnosť použitia-speleonit zlyhanie materiálu.





Samozávrtný nit po odvrtaní a vytiahnutí. Doba osadenia cca. 2 roky vo vápenci. Príčina: metalografická skúška v súvislosti so zlyhaním v predchádzajúcom prípade.



Expanzné nity (necertifikované), jeden vytrhnutý pri páde druhý vytiahnutý zapáčením hrotu kladiva. Príčina: zlyhanie materiálu, príliš krátke telo nitu.

Expanzné nity  
(necertifikované), jeden  
vytrhnutý pri páde druhý  
vytiahnutý zapáčením  
hrotu kladiva. Príčina:  
zlyhanie materiálu, príliš  
krátke telo nitu.



Do skaly vyvrtáme dieru, ktorej priemer je o 1,5 až 2 mm väčší ako je priemer tela borháku či kotvy, podľa toho akú lepiacu hmotu používame a o pár milimetrov hlbšiu ako je dĺžka kotvy.



Dieru vyčistíme kruhovým kartáčom a dôkladne vyfúkame. Túto operáciu opakujeme dovtedy, kým vnútro diery nebude zbavené úlomkov a prachu z vŕtania



V spodnej časti diery vysekáme  
žliabok, aby sa borkák dotýkal  
skaly najväčšou možnou plochou.



Pred samotným lepením sa presvedčíme, že borhák dolieha do vyseknutého žliabku.





Do zadnej časti diery aplikujeme lepiacu hmotu v takom množstve, aby pri „skrutkovitom“ zasunutí kotvy táto vytlačila malé množstvo lepiacej hmoty po celom obvode diery.



Prehriaty vrták po navrtaní niekoľkých dier.



# Pripravili

Text: Tibor Šnajdár, Dušan Zajac

Foto: Peter Hašta, Marek Paulík, Dušan Zajac

Design: Marek Paulík

