



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

PROBLEMATIKA KOTEVNÍ A UPEVNŮVACÍ TECHNIKY

ON THE FIXING AND ANCHORING TECHNOLOGY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Adam Klein

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.

BRNO 2017

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá praktickým rozbořem používaných kotevních prvků pro jednotlivé oblasti. Na začátku práce jsou kotevní a upevňovací prvky rozdělené z hlediska konstrukce, společně s informacemi určenými pro správný návrh prvku v jednotlivých oblastech použití, zejména ve stavebnictví. Dále se práce věnuje několika příkladům, ve kterých je kotvení důležitým faktorem pro celkovou funkčnost. Druhá část práce je zaměřena na materiály a úpravy povrchu prvků, zvláště proti korozi. V závěru jsou zmíněny příklady zkoušek, ať už pro odolnost samotného prvku vůči korozi nebo jeho soudržnosti v kotveném podloží.

Klíčová slova

kotvení, hmoždinka, šroub, střecha, fasáda, podloží

ABSTRACT

Bachelor thesis is focused on practical analysis of used anchor elements for particular areas. The beginning of the thesis divides anchor and fastening elements based on its construction as well as information meant for correct element proposal, especially in civil engineering. The thesis also mentions couple of examples where anchoring makes the most important part for the overall functionality. Second part of the bachelor thesis focuses on materials and element's surface adjustment, especially against corrosion. In conclusion, there are mentioned examples of testings, whether for the particular element's resistance to corrosion or for its cohesiveness in anchored bedrock.

Key words

anchoring, wall plug, screw, roof, facade, bedrock

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KLEIN, A. *Problematika kotevní a upevňovací techniky*. Brno 2017. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. XY s. Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Miroslav Piška, CSc..

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Problematika kotevní a upevňovací techniky** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

Adam Klein

PODĚKOVÁNÍ

Mé poděkování patří vedoucímu bakalářské práce panu prof. Ing. Miroslavu Píškovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a připomínky. Děkuji také firmě TopKraft CZ s.r.o. za praktické informace pro tuto práci a v neposlední řadě také své rodině a přítelkyni za podporu a trpělivost během celého studia.

OBSAH

ÚVOD.....	8
1 DRUHY KOTEVNÍCH PRVKŮ A JEJICH POUŽITÍ	9
1.1 Podloží.....	9
1.2 Šrouby	10
1.3 Hmoždinky.....	12
1.4 Šroubové spoje	14
2 ZPŮSOBY KOTVENÍ VE STAVEBNICTVÍ.....	17
2.1 Kotvení termoizolace a hydroizolace plochých střech.....	17
2.2 Kotvení konstrukce a krytiny šikmých střech	19
2.3 Kotvení termoizolace fasád.....	20
2.4 Kotvení opláštění ocelových a betonových konstrukcí.....	20
2.5 Obecné příklady dalšího kotvení.....	21
3 MATERIÁLY A POVRCHOVÉ ÚPRAVY	23
3.1 Materiály pro výrobu kotevních a spojovacích prvků.....	23
3.2 Povrchové úpravy.....	23
4 ODOLNOST KOTEV	26
4.1 Zatížení.....	26
4.2 Koroze	28
5 ZKOUŠKY ODOLNOSTI	31
5.1 Evropská legislativa	31
5.2 Zkoušky odolnosti.....	31
5.3 Odtrhová zkouška.....	32
ZÁVĚR	36
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	37
SEZNAM ZKRATEK	42
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	43
SEZNAM PŘÍLOH.....	45
PŘÍLOHY	46

ÚVOD

Kotvení je činností, která se využívá v mnoha oborech. Výčet mechanických kotevních a upevňovacích prvků je nedozírný a v některých případech se na pohled liší jen drobnými detaily. Materiály jsou mnohdy vystaveny nepříznivým okolním vlivům, které většinou nepříznivě jejich ovlivňují životnost a funkčnost. Pro navržení ideálního prvku, který bude splňovat parametry odolnosti, ale také zároveň i ekonomičnosti, je v mnoha případech velmi složité. Jak pověším televizi na sádkartonovou příčku? Neodletí mi střešní krytina?

V otázkách kotvení je jednou z nejdůležitějších otázek materiál podloží, který může jak příznivě, tak i nepříznivě ovlivňovat chování samotných prvků. V případě, že je podloží narušeno mechanicky, vysokou vlhkostí nebo je například nadměrně křehké, mechanický kotevní prvek ztrácí funkční vlastnosti. Tyto vlastnosti však někdy mohou být nahrazeny či doplněny materiály chemického původu – chemické kotvy, tmely, lepidla. Jedním z negativních činitelů, který ovlivňuje funkčnost prvku je bohužel i otázka ekonomická. V závislosti na ekonomičnosti a finanční mantinely jsou v mnoha případech navrhovány kotevní prvky, které splňují parametry pouze částečně nebo vůbec. Budoucnost tato ekonomická řešení dříve či později odhalí.

Hlavním cílem bakalářské práce je seznámení s některými možnostmi kotvení v různých oblastech, zejména v oboru stavebnictví. Práce zahrnuje ukázky přesného postupu při návrhu kotevních prvků a také jejich technologické vlastnosti.

1 DRUHY KOTEVNÍCH PRVKŮ A JEJICH POUŽITÍ

1.1 Podloží

Kvalita a druh podloží jsou zásadními faktory při výběru upevňovacích prvků. Všechny druhy kotevních prvků v oboru stavebnictví jsou určeny a certifikovány pro různé druhy podloží a účely použití. U těchto materiálů rozlišujeme beton, zdivo a deskové materiály. Vzhledem k účelu použití můžeme dále zařadit také plech, který je využíván především jako krytina střech a vnější vrstva panelů pro opláštění budov.

Obrázek 1: Beton [21]



Obrázek 2: Děrovaná cihla [22]

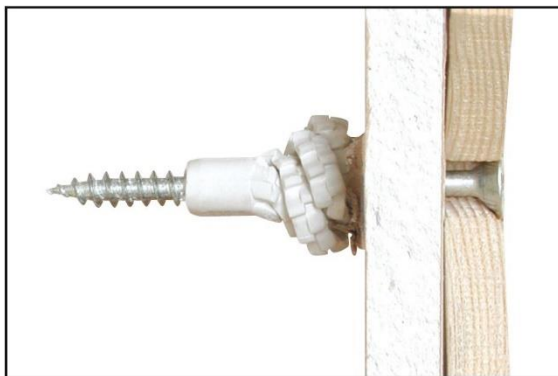


Obrázek 3: Deskové materiály [23]



- a) **Beton** – je konstrukční materiál, který obsahuje směs několika složek. Dvě dílčí kategorie betonu jsou standardní beton a lehčený beton, s tím, že lehčený má mnohem nižší pevnost v tlaku a používá se především jako vyrovnávací vrstva. Ve standardní betonech se můžeme setkat s několika třídami betonu, které představují jednotlivé pevnosti v tlaku. Například beton třídy C20/25 má pevnost v tlaku 25 N/mm^2 naměřenou na krychli betonu (ČSN EN 206-1) [20].
- b) **Zděné materiály** – v dnešní době je na trhu nepřeberné množství druhů těchto materiálů. Rozdělit se mohou do několika kategorií, jako například plné cihly, děrované cihly, vápenopiskové tvárnice a pórobetony. Z hlediska kotvení je nejvhodnější plná cihla, která má z daných materiálů největší pevnost v tlaku (např. P10 až 30 MPa). V některých případech je velmi složité najít nejvhodnější upevňovací prvky do těchto materiálů, ať už z důvodu jejich křehkosti, pórovitosti anebo celkové konstrukce [20].
- c) **Deskové materiály** – tenkostěnné materiály s velmi nízkou pevností v tlaku, obvykle do 2 MPa. Mezi tyto mohou být zařazeny sádkartonové a sádrovláknité desky, dřevotřískové desky, apod. Pro upevňování v těchto materiálech je třeba výběr speciálních prvků, které působí na druhé straně materiálu a dokážou rozložit sílu do plochy tím, že vytvoří tvarový spoj [20].

Obrázek 4: Tvarový spoj hmoždinky [49]



1.2 Šrouby

1.2.1. Střechy

Mechanické upevňovací prvky pro kotvení plochých střech jsou taktéž navrhovány v závislosti na nosném podloží, ze kterého je střecha zhotovena. Mezi nejčastější druhy podloží plochých střech patří beton, ocelový trapézový plech a dřevo. V případě rekonstrukce střechy se dále musí uvažovat se stávající neúnosnou vrstvou, která bývá tvořena někdy i několika vrstvami staré asfaltové lepenky, tepelnou izolací, ale také ji může tvořit násep sypkého materiálu. Použití a vhodnost každého šroubu jsou udány v certifikátu ETA, každého šroubu.

Dřevo

Prvky certifikované pro kotvení plochých dřevěných konstrukcí mohou mít mnoho podob. Nejčastěji používané jsou vruty s hrubším stoupáním závitu a s povrchovou úpravou – zinek se žlutým chromátem. Tyto vruty jsou používány v různých podobách hlavy vrutu i pro například kotvení tepelných izolací dřevostaveb, nadkroevních izolací šikmých střech apod. Největší jejich výhodou výborný poměr je ceny a kvality.

Plynosilikát

Šrouby určené pro kotvení do pórobetonu či lehčených betonových konstrukcí jsou zpravidla opatřeny hrubým stoupáním závitu nebo i větším průměrem samotného šroubu. Tento typ podloží není třeba pro osazení předvrtávat a jsou tu také navrhovány delší kotevní hloubky, než u ostatních podloží

Beton

Pro betonové konstrukce je vhodný šroub s tzv. high-low závitem, viz obrázek. Tento typ závitu zajišťuje jednodušší aplikaci do tvrdých betonových konstrukcí. Před aplikací upevňovacího prvku musí být betonové podloží předvrtáno. Průměr vrtáku pro předvrtaný otvor je závislý na průměru šroubu, soudržnosti betonového podloží a také na silových hodnotách z výtahné zkoušky.

Plech

Plech používaný pro střešní krytiny je zpravidla trapézový. Materiálem je nejčastěji ocel různé tloušťky od cca 0,30 až do 3 mm s povrchovou antikorozií úpravou. Plechy mohou být i hliníkové. Kotevní prvky pro plechové konstrukce mají

určené přímo v certifikátu ETA silové hodnoty axiálního zatěžování, pro různé rozmezí tloušťek. Upevňovací prvky pro plechy tloušťky nad 0,9 mm mají na špičce integrovaný vrták s danou vrtací kapacitou.

U trapézových plechů jsou důležité při aplikaci i rozměry jako výška vlny, šířka vlny a osová vzdálenost jednotlivých vln. V závislosti na tloušťce plechu je nutné použití různé konstrukce šroubu – se špičkou nebo s integrovaným vrtákem - s nižšími i vyššími vrtacími kapacitami.

Obrázek 5: Střešní trapézový plech [45]



1.2.2. Opláštění

Upevňovací prvky pro mechanické kotvení panelů opláštění konstrukcí jsou rozděleny do několika kategorií. Dvě základní kategorie jsou určeny typem konstrukce, a to ocelovou a betonovou. Rozdíly jednotlivých prvků jsou na první pohled jednoznačné. Dle obrázků 6 a 7 zjistíme, že šroub do oceli má na špičce integrovaný vrták a pro šroub do betonových konstrukcí musí být nejprve samostatně předvrtán otvor a poté může být provedena následná aplikace prvku do podloží.

Dále v této kategorii můžeme zařadit také šrouby zvané „farmářské“. Tento typ šroubů je běžně využíván pro kotvení plechové krytiny do dřevěné konstrukce střechy, bez vrstvy tepelné izolace.

Obrázek 6: Šroub do ocelových konstrukcí [47]



Obrázek 7: Šroub do betonových konstrukcí [46]



1.2.3. Vruty pro kotvení sádrokartonu

Hliníková konstrukce pro montáž sádrokartonu (dále jen SDK), je spojována prvky, které mají nejčastěji rozměr 3,5 x 9,5 s integrovaným vrtákem. SDK desky jsou následně přišroubovány k této konstrukci samovrtnými šrouby, které mají povlakovou vrstvu z černého fosfátu. Špička tohoto šroubu musí být natolik pevná, že pronikne hliníkovým profilem konstrukce, ale ne křehká, aby se při aplikaci nezlomila a šroub se tak neztlupil. Šrouby do sádrovláknitých desek mají uzpůsobenou kuželovou hlavičku, z důvodu, aby deska zůstala po aplikaci šroubu neporušena. Rozdíly viz obrázky 8 a 9.

Obrázek 8: Vrut do sádrovláknité desky [53]



Obrázek 9: Vrut do sádrokartonové desky [52]



1.3 Hmoždinky

Hmoždinka je vynálezem 20. století a skládá většinou ze dvou částí. První část je tělo samotné hmoždinky, které je nejčastěji vyrobeno z plastových materiálů. Druhou část hmoždinky tvoří tak zvaný trn nebo vrut, který první část dokáže v podloží roztáhnout a tím ji zafixovat. Hmoždinky mohou být dodávány v balení přímo s trnem nebo vrutem k nim určeným nebo samostatně, jako například uzlovací hmoždinky. Aplikace hmoždinky spočívá v tom, že do podloží je nejprve předvrtán otvor do podloží, o průměru hmoždinky a s uvažováním neúnosných vrstev podloží. Poté je osazena do otvoru hmoždinka a nakonec je aplikován trn variantou šroubováním nebo natloukáním. Tak jako šrouby, tak i hmoždinky by měly být navrženy a certifikovány do určitých druhů podloží a pro určité použití, viz níže.

Talířové

Konstrukce talířové hmoždinky je dána především tím, na co je tato hmoždinka určena, a to na kotvení termo-izolace fasády. Tedy talířová hlava hmoždinky, která zamezuje průtah izolantem a zároveň přitlačuje izolant k podloží. Dále pak delší tělo hmoždinky s relativně krátkou rozpornou zónou. Rozměry rozporných zón se u všech výrobců pohybují okolo 50 mm a průměr hmoždinky je nejčastěji 8 a 10 mm. V případě potřeby a nebo doporučení od autorizovaného statika či projektanta je možné použít tepelně izolační roznášecí talířek, viz obrázek, který díky větší ploše dokáže roznést sílu a tím zmenší hodnotu průtahu izolantem. K talířovým hmoždinkám a jejím konstrukcím je vázáno také téma tepelných prostupů, které je blíže vysvětleno v kapitole 2.

Obrázek 10: Talířová hmoždinka [48]



Natloukací

Natloukací hmoždinky jsou běžným typem pro mnoho využití. Výroba této hmoždinky probíhá vstřikováním plastové hmoty do formy. Běžně se můžeme setkat s materiály - polypropylen nebo nylon. Dále pak jsou hmoždinky spojeny s kovovými trny speciálním strojem, který svým pohybem usadí trn na počátek hmoždinky a to tak, aby z něj nevypadl. Natloukací hmoždinky mají 3 druhy hlav – a) válcovou, b) hříbkovou, c) zápustnou (viz obrázky 11, 12 a 13).

Obrázek 11: Natloukací hmoždinka s válcovou (cylindrickou) hlavou [33]



Obrázek 12: Natloukací hmoždinka s hříbkovou hlavou [32]



Obrázek 13: Natloukací hmoždinka se zápustnou hlavou [34]



Uzlovací

Tato hmoždinka je konstruována tak, aby po aplikaci do nosného podloží vytvořila tak zvaný uzel. Po zašroubování vrutu do těla hmoždinky, se tělo hmoždinky začne spirálovitě stáčet a deformovat, dokud nevytvoří uzlík – tvarový spoj, viz obrázek 4. Uzlovací hmoždinky jsou využívány především do deskových a dutých materiálů, ve kterých je prostor pro samotné zauzlování.

Ostatní příklady druhů hmoždinek

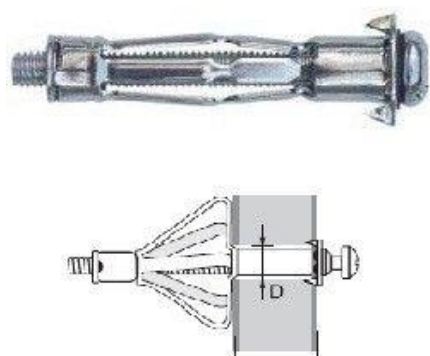
Rámové

Tento typ hmoždinek je hojně využíván pro kotvení okenních rámců. Pro její konstrukci je vhodná nejen do plných materiálů, ale i do děrovaných cihel.

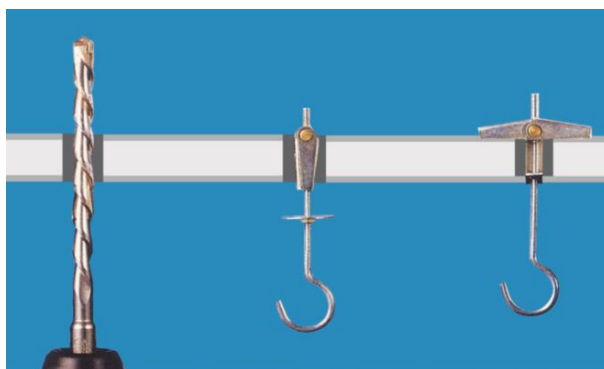
Hmoždinky pro deskové materiály a SDK

Pro vytvoření tvarového spoje může sloužit i pružinová kotva, „motýlková“ kotva nebo hmoždinka Molly.

Obrázek 14: Hmoždinka Molly [28]



Obrázek 15: Pružinová kotva [40]



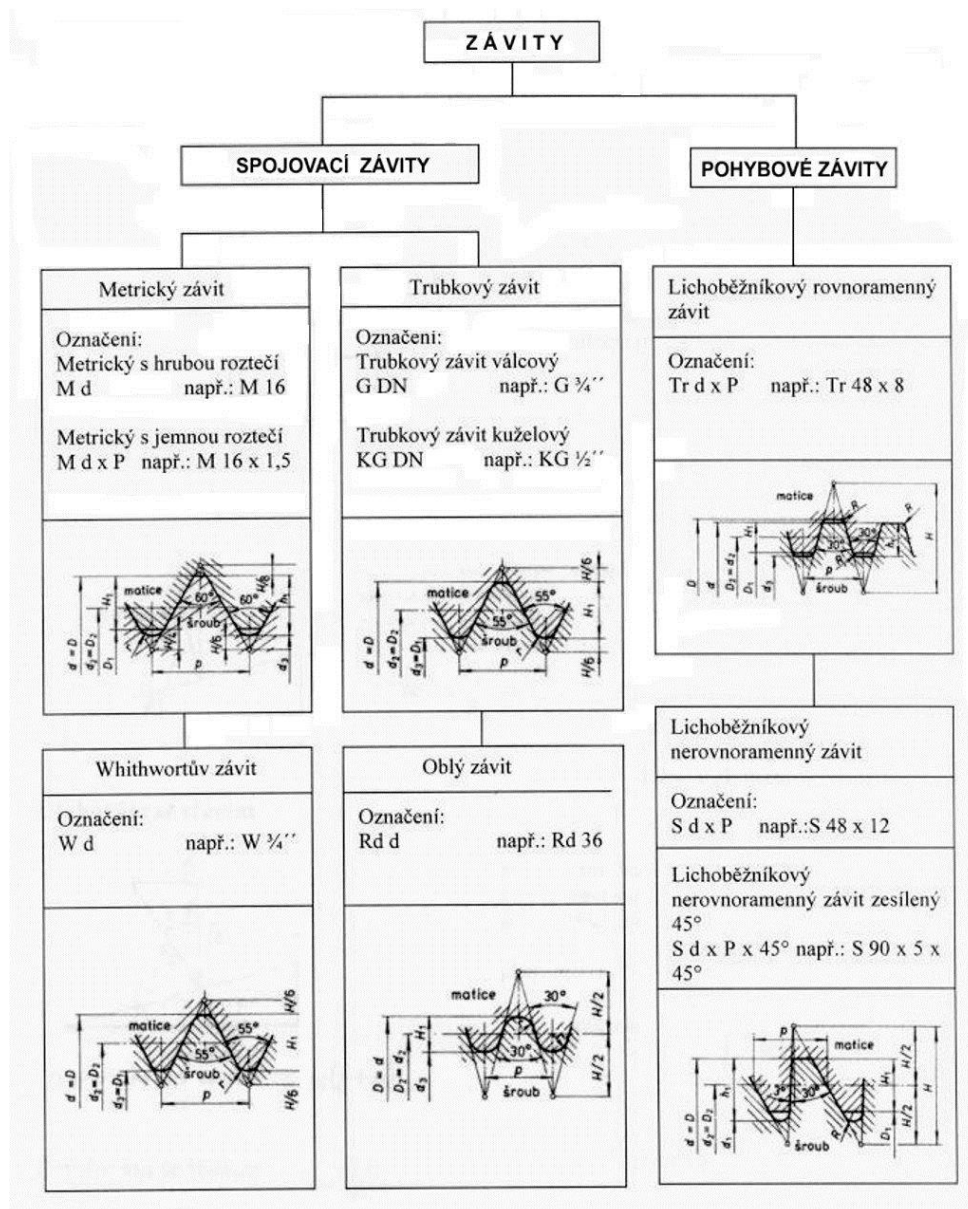
Obrázek 16: Motýlková kotva [31]



1.4 Šroubové spoje

Šroubové spoje patří mezi rozebíratelné spojení strojních součástí. Šrouby se podle funkce dělí na šrouby spojovací a pohybové. Spojovací šrouby se používají pro pevné spojení dvou nebo několika součástí a k jejich opětovnému rozpojení bez poškození spojované nebo spojovací součástí. Pohybové šrouby mění otáčivý pohyb v posuvný a naopak. Šroubový spoj je tvořen šroubem, maticí a podložkou, která není nezbytně nutná [14].

Obrázek 17: Závity [57]

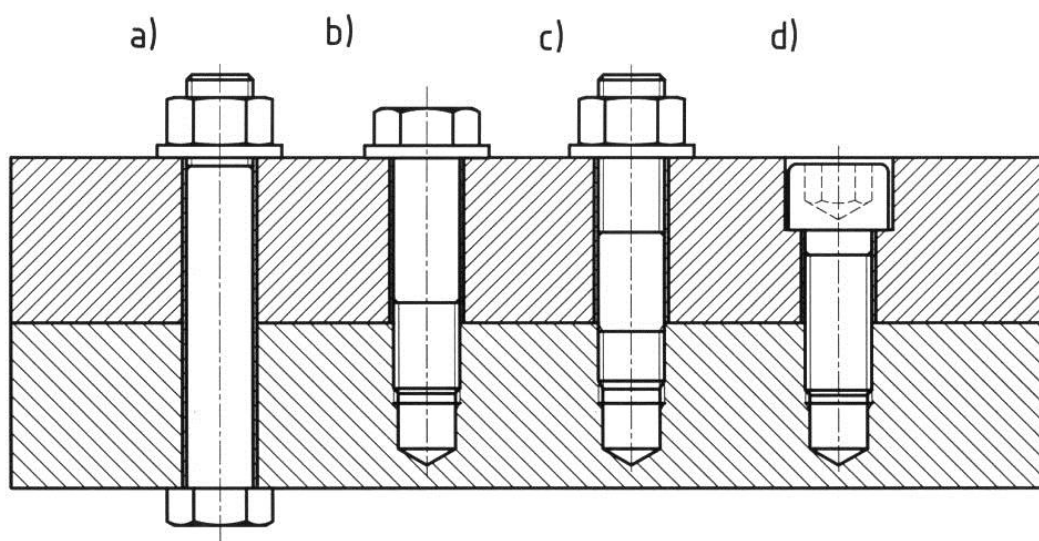


Šrouby a matice

Typy šroubů se mohou dělit podle tvaru:

- S hlavou – se šestihrannou, válcovou, válcovou se šestihranem uvnitř, zápusťné, apod.
- Bez hlavy – např. závrtné šrouby

Obrázek 18: Druhy šroubových spojů [24]



Matice mohou mít také mnoho podob - šestihranné, korunové, kruhové, uzavřené aj. [3].

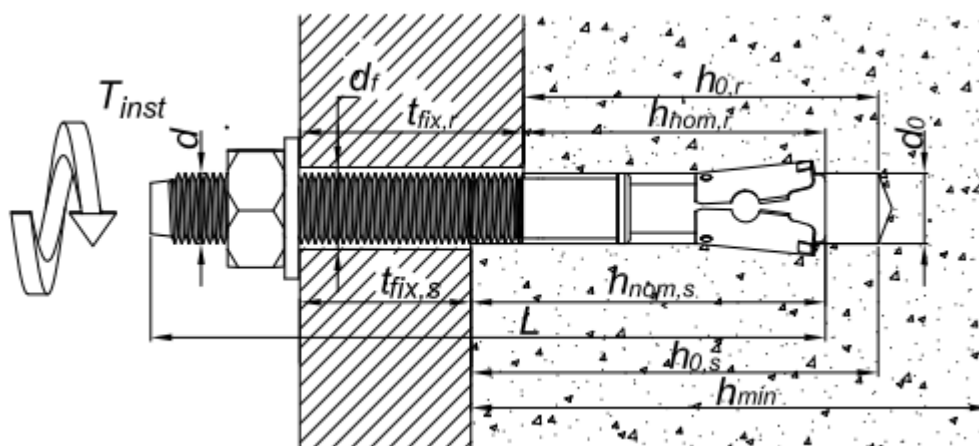
Závitové tyče a svorníky

Tento druh kotevního materiálu při kotvení často doplňován chemickými kotvami. V praxi je aplikace taková, že po předvrtání otvoru a vyčištění je do otvoru aplikována chemická kotva a vložena závitová tyč. Po vytvrzení chemické kotvy je možné kotvit.

Průvlakové kotvy

Průvlakové kotvy jsou zkonstruovány z metrické části pro připojení matice a podložky a z části rozporné. Rozporná část je kuželovitého tvaru, na které je navlečen rozporný plech. Při utahování matice se plech posunuje - provléká v kuželovité části a tím se zvyšuje třecí a přitlačná síla k podloží. Pro průvlakové kotvy jsou také určeny utahovací momenty, aby nedošlo při aplikaci k nedostatečnému utahnutí nebo naopak přetažení.

Obrázek 19: Průvlaková kotva v betonu [39]



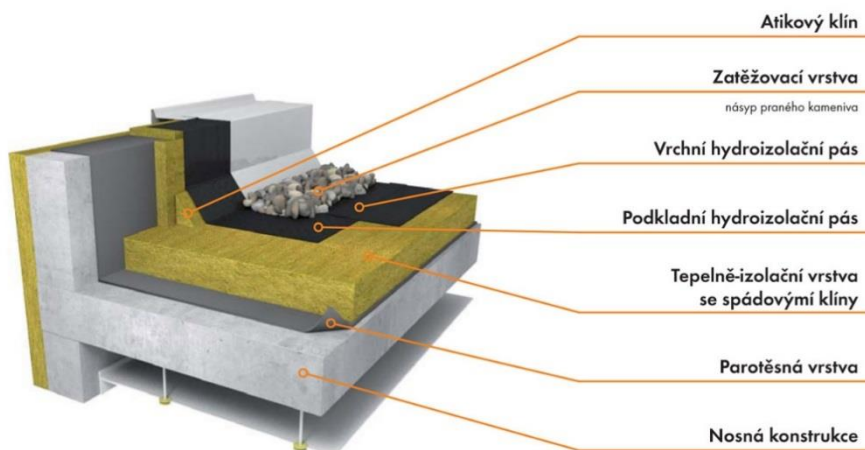
2 ZPŮSOBY KOTVENÍ VE STAVEBNICTVÍ

2.1 Kotvení termoizolace a hydroizolace plochých střech

Realizace nového pláště ploché střechy může probíhat několika způsoby. Nejběžnějším způsobem je střecha kotvená.

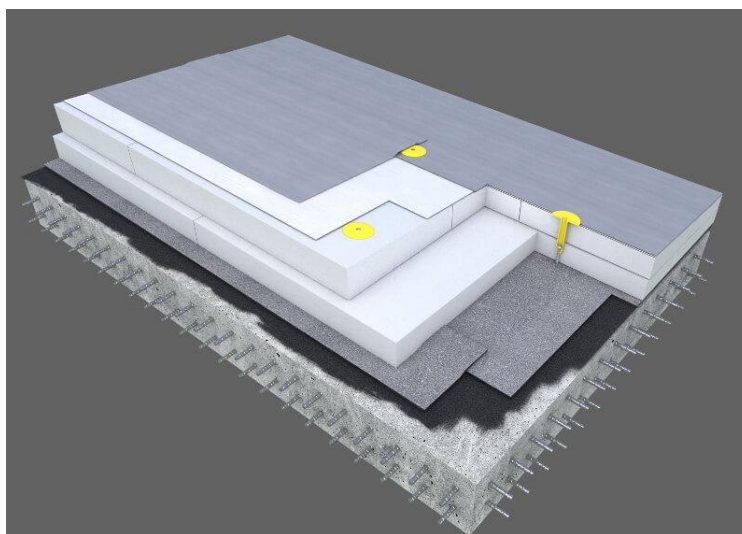
Před samotnou realizací je vhodné provést výtaznou zkoušku kotevních prvků, viz pátá kapitola, čímž je zjištěna soudržnost nosného podloží. V případě, že podloží není vhodné pro kotvení, určuje další postup autorizovaný statik, který zjistí únosnost střešní konstrukce. Je-li tato konstrukce únosná a splňuje statické požadavky, přichází na řadu další způsob – střecha nekotvená (přitěžovaná). Přitěžování je způsob fixace nové skladby střešního pláště ke střešní konstrukci, tj. termoizolace a hydroizolace, vahou daného materiálu. K přitěžování se používá násyp praného kameniva, v celé ploše střechy nebo nejruznější betonové dílce rozmístěné dle určení statika.

Obrázek 20: Střecha nekotvená (přitěžená) [44]



Návrh kotevních prvků začíná nejlépe kvalitně vypracovaným projektem, prováděcím projektem a kotevním plánem. Například u plochých střech s betonovým podložím se pomocí odtrhové zkoušky zjišťuje tloušťka stávajících souvrství, minimální kotevní hloubka prvků a také průměr předvrtání, protože betonové podloží může mít v praxi mnoho podob, jak z hlediska tvrdosti, ale také soudržnosti. Ať už jsou to lité betonové stropy s velkou tvrdostí a ocelovými výztužemi, starší dutinové panely či žebříkové konstrukce, apod. Plechové střešní pláště mohou mít nejruznější povrchové úpravy, proto se zkouškami zjistí, zda je vhodné použití šroubu se špičkou nebo s integrovaným vrtákem. V případě dřeva mohou mít střešní konstrukce také individuální vlastnosti.

Obrázek 21: Řez skladby kotvené střechy [43]

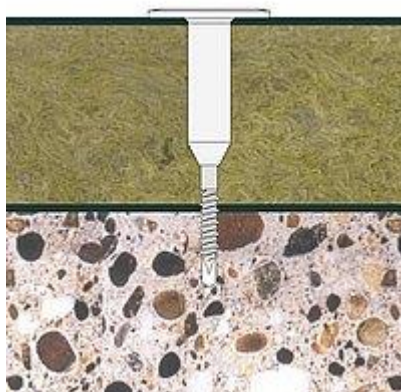


Po zjištění veškerých potřebných informací se může navrhnout kotevní prvek. Kotevní prvek je složen ze dvou částí. První část tvoří ocelová podložka nebo teleskopická hmoždinka (dále jen teleskop), druhou pak tvoří šroub, který je podložkou či hmoždinkou provlečen a zafixován v nosném podloží. Podložka je používána v případech, kdy se kotví pouze nová hydroizolace k nosnému podloží. Teleskop má uplatnění při kotvení hydroizolace společně s tepelnou izolací střechy. V závislosti na tloušťce tepelné izolace je navržena délka, která musí být o minimálně o 15 mm kratší než tloušťka izolace, aby byla zajištěna teleskopická funkce. Teleskop však plní především funkci ekonomickou. Prodloužení plastové části kotvy a zkrácení kovové je v porovnání s variantou dlouhého šroubu a podložky ušetřen až čtyřnásobek nákladů.

Realizace kotvení betonové střešní konstrukce probíhá dle následujícího montážního postupu:

- 1) Narušení hydroizolační fólie krátkým řezem cca 30 mm
- 2) Předvrtání otvoru v betonovém podloží o hloubce minimálně 70 mm, pro kotevní hloubku 50 mm
- 3) Osazení teleskopu skrz hydroizolační fólii do tepelné izolace
- 4) Osazení šroubu do teleskopu
- 5) Zašroubování šroubu do podloží tak, aby teleskop mírně přitáhl hydroizolaci k tepelné izolaci, ale ne tak, aby se hlava teleskopu zdeformovala

Obrázek 22: Kotvení do betonu s tepelnou izolací [29]

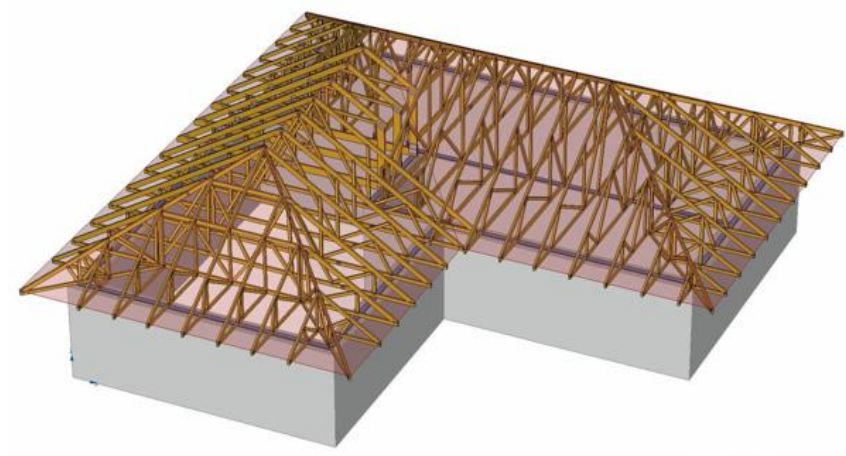


U ostatních podloží probíhá montáž kotvení obdobným způsobem, s výjimkou toho, že nejsou předvrtávány otvory pro šrouby.

Starší střešní konstrukce jsou rekonstruovány především z důvodu narušení stávající hydroizolace a tím pronikání vody do konstrukce, ale také z důvodu ekonomického. Ekonomičnost je spojená se zamezením tepelných ztrát a tím i úsporou finančních prostředků za vytápění objektu.

2.2 Kotvení konstrukce a krytiny šikmých střech

Obrázek 23: Dřevěná střešní konstrukce [25]



Obrázek 24: Vrut do dřeva a konstrukční vrut [51]



Nosná konstrukce šikmých střech se nazývá krov. Účelem krovu je nést střešní krytinu a zároveň přenášet zatížení vznikající povětrnostními vlivy – tíha sněhu, sání větru apod. na nosné stěny stavby. V moderní architektuře se můžeme setkat s krovem železobetonovými či ocelovými, nejčastěji se však používají dřevěné. V klasické konstrukci střechy najdeme tři nejdůležitější nosné prvky a těmi jsou vaznice, krokve a střešní latě. Vaznice je hlavní podélný trám uprostřed střechy, který podpírá šikmé prvky – krokve. Na krokve jsou podélně kotveny střešní latě, na nichž je připevněna střešní krytina. Ke kotvení celé konstrukce střechy slouží samořezné vruty do dřeva či obdobné konstrukční vruty, ale také všeobecně známé hřebíky, o různých rozměrech [18].

Další vrstvou střešní skladby je difuzní fólie, která zajistí těsnost vůči povětrnostním vlivům, ale zároveň zanechá konstrukci difuzně otevřenou. Poté následuje tepelná izolace, nejčastěji ve dvou vrstvách – mezi krokvemi a pod krokvemi. V dnešní době se můžeme setkat také s nadkroevní izolací. Ve skladbě střechy musí být dále zachována větrací mezera, která je zásadním konstrukčním detailem, pro celkovou životnost celé skladby střešního pláště [18].

V nabídce existuje mnoho druhů krytin šikmých střech. Mezi kotvené krytiny jsou zařazeny plechové. Plechové díly mohou být trapézové s různou výškou vlny, falcované, ale také tvarované jako imitace střešních pálených tašek. Plechová krytina je kotvena šrouby se šestihrannou hlavou, zinkovou antikorozií úpravou a integrovaným vrtákem na konci šroubu, který slouží pro snadnější předvrtání plechu (viz obrázek 25). Šroub musí obsahovat také těsnicí podložku, která je vyrobena ze dvou částí – pozinkovaná ocel a pryž EPDM sloužící k utěsnění proti vniku vody.

Obrázek 25: Farmářský šroub [27]



2.3 Kotvení termoizolace fasád

Jak v případě zateplování plochých střeš, tak i v případě zateplování fasád objektů, je především otázkou ekonomičnosti. Tepelnou izolací a kvalitními okenními výplněmi se zamezí tepelným ztrátám na minimum. Na zateplování fasád je také Evropskou unií vypsán i dotační program, tzv. Zelená úsporám, který mohou využít jak veřejnost, tak i například státní organizace.

Nově vystavěné objekty nemusí být v některých případech zateplované tepelnou izolací. V dnešní době jsou možnosti mnoha druhů zdících materiálů, u kterých je tepelná izolace integrována přímo v těle zdiva - v jeho dutinách. Další možností je použití cihly s dostatečnou tloušťkou, která je sama schopna zamezit tepelným ztrátám.

Jako primární kotevní prvek tepelné izolace slouží lepidlo. Sekundárním prvkem je nazýváno mechanické kotvení talířovými hmoždinkami. V případě návrhu této hmoždinky je opět vhodné využít možnosti servisu dodavatelů kotevní techniky, kterými jsou výtažné zkoušky. Samotný návrh hmoždinky spočívá v určení vhodnosti hmoždinky do daného druhu podloží, délce předvrtaného otvoru a rozměru talířové hmoždinky. Při rekonstrukci je nutné u délky hmoždinky uvažovat s tloušťkou neúnosné vrstvy – stávající omítkou. Rozmístění kotev na deskách tepelné izolace a počet kotev do m² určuje autorizovaný statik či projektant realizovaného objektu. Při návrhu se uvažuje s větrnými oblastmi, výškou budovy, ale také okolním terénem.

2.4 Kotvení opláštění ocelových a betonových konstrukcí

Obrázek 26: Opláštění haly sendvičovými panely [36]



Tepelně izolační panely, které tvoří opláštění stavební konstrukce, se nazývají sendvičové. Příznačný název sendvič je odvislý od samotné konstrukce panelu. Vnější části tvoří plech z různých druhů materiálů a profilací. Vnitřní část panelu tvoří PUR, PIR pěna nebo minerální vata, které slouží jako tepelná izolace. Objekty se sendvičovým opláštěním konstrukce jsou využívány především jako sklady, logistická centra, nákupní centra, apod. Panely mohou být stěnové, ale i střešní a vynikají svou velmi jednoduchou montáží a jednoduchou údržbou. Pro kotvení do ocelových konstrukcí jsou používány pozinkované samovrtné kotevní prvky s integrovaným vrtákem na konci a těsnicí podložkou z EPDM pryže. Tyto šrouby mohou mít vrtací kapacitu do oceli až 19 mm. Kotevní prvky do betonu jsou předvrtávány kvalitním vidiovým vrtákem, který odolá i ocelovým výztužím uvnitř betonu. Poté je prvek zašroubován přímo do předvrtaného otvoru.

Obrázek 27: Řez sendvičovým panelem [42]



2.5 Obecné příklady dalšího kotvení

Sádrokartonové konstrukce

Sádrokartonové konstrukce vynikají velmi dobrou přesností a rychlostí montáže, jednoduchostí manipulace a v neposlední řadě i cenou. Jejich výhodou je i možnost vedení elektrické sítě, bez nutnosti mechanického zásahu do zdiva. Sádrokartonové desky se rozdělují do několika kategorií dle účelu použití a jsou odlišeny barvami. Samotné profily konstrukce jsou vyrobeny nejčastěji z hliníku, který je velmi lehký. Sádrokartony jsou používány i z důvodu akustického, při odhlučnění místností. Při takovém použití je pak konstrukce izolována od obvodových stěn a stropů měkkými pěnovými páskami a dovnitř konstrukce je vkládána minerální vata k utlumení přenosu zvukových vln.

Provětrávaná fasáda

Další ze způsobů zateplování fasád. V tomto případě je na obvodové stěně vytvořen dřevěný rastr, do kterého je přikotvena tepelná izolace talířovými hmoždinkami. Izolace je následně překryta difuzní fólií. Poté je vytvořena vzduchová mezera, která zajišťuje fasádě odvětrání vlhkosti, kterou difuzní fólie propustí z vnitřní strany na povrch. Vše je nakonec překryté obkladem z různých druhů materiálu jakými jsou dřevo, kámen, apod.

Obrázek 28: Řez provětrávané fasády [41]



- 1 - obvodová stěna
- 2 - dřevěná konstrukce vyplněná tepelnou izolací Naturboard
- 3 - difúzně otevřená větotěsná fólie Homeseal LDS 0,04
- 4 - větraná vzduchová mezera
- 5 - pohledová fasáda z dřevěného obkladu

3 MATERIÁLY A POVRCHOVÉ ÚPRAVY

3.1 Materiály pro výrobu kotevních a spojovacích prvků

Materiál k výrobě kotevních prvků je určen podle několika kritérií, kterými jsou například, typ uchycovaného materiálu, druh podloží, místo použití (exteriér, interiér), působení okolních vlivů a další... Uvedená kritéria jsou při výběru správného kotevního prvku nezbytná i z hlediska trvanlivosti materiálu prvku.

Samotná materiálová škála kotevních prvků je velmi pestrá. Nejpoužívanějšími jsou [15]:

- Plasty (různé druhy chemického složení)
- Oceli
- Barevné kovy či jejich slitiny
- Nerezové kovy či jejich slitiny

Oceli se vyskytují často s antikorozní povrchovou úpravou, ale i bez ní. Uhlíková ocel je materiál, který je využíván v mnoha směrech i oborech, od vodoinstalačního materiálu až po čepě nožů. V rámci kotevních prvků je uhlíková ocel na prvním místě. Rozdělena je do několika tříd pevností, které jsou odvislé od chemického složení i tepelného zpracování. V Příloze 1 se nachází podrobná tabulka chemického složení pro jednotlivé pevnostní třídy.

Nerezové materiály se vyznačují svojí dlouhou životností a celkovou kvalitou, od které je ale poté odvislá i cena. V dnešní době jsou i přes vyšší náklady stále vyhledávanějším artiklem [15].

Skupiny ocelí pro výrobu nerezových materiálů [15]:

- a) Austenitická (třída A1, A2, A4)
- b) Martenzitická (třída C1, C3, C4)
- c) Feritická (třída F1)

Třída A2 je nejpoužívanější nerezovou ocelí, se kterou se můžeme setkat ve většině případů. Pro představu ocel A4 je jednou z nejodolnějších z důvodu přísady - molybdenu. Použití této oceli je nutné ve vlhkém prostředí a to jak exteriéru, tak i v interiéru [15].

3.2 Povrchové úpravy

3.2.1. Lakování

Barvení kotevních prvků je nejčastěji stanoveno ve škále barevných odstínů RAL (ReichsAusschuss für Lieferbedingungen). Tyto odstíny byly od roku 1927 standardizované Německým institutem pro záruku kvality. Lakování probíhá práškovou metodou. Počet mikronů zinku je nastaveno tak, aby barvy odolala aplikačnímu přípravku při šroubování [19].

3.2.2. Antikorozní povlaky [17]

- DELTA – TONE
Barva povlaku je matně stříbrná. Je to anorganický systém mikrovrstev, který se vyznačuje velkou ochrannou účinností. Tento povlak je využíván na prvcích pro kotvení plochých střech a je zkoušen v solné mlze, v Kesternichově testu (více viz kapitola 8).
- DELTA – SEAL
Organická finišová vrstva pro materiály upravené povlakem delta – tone, hliník nebo nerezové ocele. Snižuje součinitel tření, chrání proti kontaktní korozi a výrazně pozitivně ovlivňuje výsledky Kesternichova testu dle ISO 6988.
- DELTA PROTEKT a další...

3.2.3. Antikorozní úpravy

Galvanické zinkování

Galvanizační nátěr má tloušťku mezi 5 – 10 mikrony. V suché atmosféře bude oxidovat a tato oxidace chrání zinek před další korozi. Ve vlhkém prostředí bude korodovat na tzv. bílou rez, což je zinkový uhličitán, který časem zmizí. Chromová pasivace – žlutá nebo modrá (vzhled průhledný), chrání povrch zinku do doby použití. Žluté chromové pasivaci se hovorově říká „žlutý zinek“ [11].

Žárové zinkování (HDG)

Ponoření do zinkové lázně o teplotě 440 - 470 °C. Tímto stupněm ochrany se dostaneme na tloušťku zinku až 50 mikronů. Ta zajistí vyšší trvanlivost kotev, nicméně ve vlhkém či mokřém prostředí vrstva nakonec zmizí. Při běžném použití je tato ochrana považována za vhodnou pro vnitrozemské venkovní použití po dobu až 10 let. V přímořských či průmyslových oblastech je doba odhadována na 2 až 3 roky [11, 16].

Niklování

Dekorace i antikorozní ochrana. U šroubů, díky této úpravě, nedochází k otěru povrchové vrstvy. U poniklovaných dílů je možné antikorozní ochranu dokončit impregnací s přísadou vosku, který má velmi pozitivní vliv [16].

Fosfátování

Vznikne pouze dočasná antikorozní ochrana. Pro použití prvků opatřených úpravou fosfátu jsou zejména suché interiéry, a to kotvení sádkokartonů. Vzhled této vrstvy je šedý či šedočerný [16].

Chromování

Zvyšování odolnosti materiálu, ale také antikorozní či dekorativní vlastnosti. Lze dosáhnout několika podob od vysokého lesku po matný vzhled, dosažený broušením nebo kartáčováním povrchu [16].

Dodatečné tepelné zpracování

V případě ocelí s vysokou pevností v tahu může nastat zkřehnutí. To nastává při moření či galvanizaci absorbováním vodíku. Tepelné zpracování (pod teplotou popouštění) umožní vodík částečně odstranit. Musí však proběhnout ihned po galvanizaci [16].

Některé úpravy slouží i pro dekorativní účely a jen částečně působí v antikorozní ochraně [16]:

- Pomosazování
- Postříbření
- Eloxování
- Pomědění
- Černění
- A další...

4 ODOLNOST KOTEV

4.1 Zatížení

Nejen materiál podloží, ale také typ zatížení je důležitý pro spolehlivý návrh kotevního prvku. Zatížení mohou být tahové, tlakové, střihové nebo kombinované. Při těchto zatížení může současně působit i ohybový moment [20].

Pro výběr správného upevňovacího prvku mají význam zejména následující zatížení [20]:

- Mezní zatížení při porušení, tj. zatížení, které vede buď k porušení kotevního základu nebo k přetržení nebo vytržení upevňovacího prvku.
- Mezní tahové zatížení při porušení (5% kvantil) N_u a Mezní střihové zatížení při porušení (5% kvantil) V_u označují ta zatížení, která jsou dosahována nebo překračována v 95% všech případů selhání. To znamená, že kotva při tomto zatížení selže pouze v 5% případů.
- Výpočtové tahové zatížení N_{Rd} a Výpočtové střihové zatížení V_{Rd} jsou užitná zatížení, která již obsahují příslušný koeficient bezpečnosti – podle schvalovacích rozhodnutí DIBt [Institut stavební techniky v Berlíně] a ETA (Evropské technické schválení). Ta platí pouze, jsou-li dodrženy podmínky uvedené v certifikaci.
- Garantované tahové zatížení N_{rec} a Garantové střihové zatížení V_{rec} , nebo-li maximální užitná zatížení již zahrnují odpovídající koeficient bezpečnosti.

Výpočet garantovaného zatížení z mezních zatížení při porušení (5% kvantil) se provede tak, že se příslušné zatížení vydělí koeficientem bezpečnosti [20]:

$$\text{Garantované zatížení} = [\text{mezní zatížení při porušení (5\% kvantil) (F)}] / \text{koeficient bezpečnosti (y)}$$

Koeficient bezpečnosti pro garantovaná zatížení [20]

Ve srovnání s průměrnou mezní silou při porušení:

- ocelové a chemické kotvy $y \geq 4$
- plastové hmoždinky $y \geq 7$

Výpočtový koeficient bezpečnosti pro výpočtová zatížení:

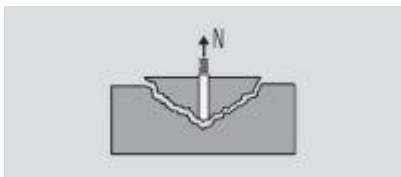
- ocelové a chemické kotvy ≥ 3
- plastové hmoždinky ≥ 5

Příklad ocelové kotvy s mezním zatížením při porušení 40 kN (5% kvantil):

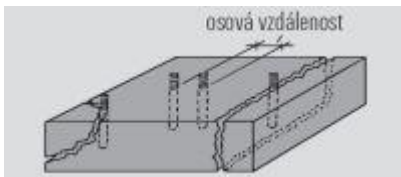
$$F = 40 \text{ kN} / 4 = 10 \text{ kN}$$

Druhy porušení

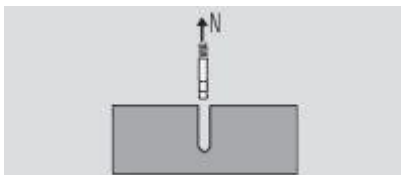
Obrázek 29: Vytržení kotvy nebo hmoždinky s narušením podloží [55]



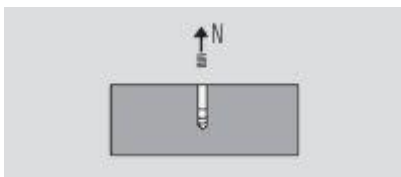
Obrázek 30: Prasknutí stavebního dílu podloží [38]



Obrázek 31: Vytržení kotvy nebo hmoždinky bez narušení podloží [54]



Obrázek 32: Prasknutí kotevního prvku [36]



Bezpečný výpočet v kotevních podkladech se třemi a více okraji [8]

Výpočet zatížení v tahu

$$h_{ef}' = \frac{c_{max}}{c_{cr,N}} * h_{ef} \text{ nebo } h_{ef}' = \frac{s_{max}}{s_{cr,N}} * h_{ef}$$

kde

c_{max} ... maximální vzdálenost od okraje

$c_{cr,N}$... charakteristická vzdálenost od okraje

h_{ef} ... hloubka kotvení

Výpočet zatížení ve střihu

$$c_1' = \frac{c_{2,max}}{1,5} \text{ nebo } c_1' = \frac{h}{1,5} * h_{ef}$$

kde

$c_{2,max}$... maximální od okraje rovnoběžná ke směru zatížení

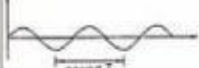
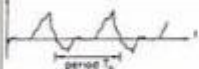
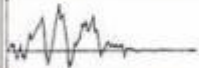
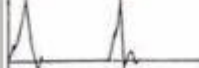
h ... tloušťka stavebního dílu

Dynamika

ETA (více viz kapitola 8) je zpravidla určeno pro kotvení převážně statického zatížení. V praxi ale také působí mnoho dynamických vlivů. Namáhání, které se často mění či zvyšuje například u výkyvných jeřábů, strojů, vodících kolejnic v konstrukcích výtahů, apod. Do této kategorie patří také materiály a komponenty, ale jsou náchylné k vibracím, jako například antény či stožáry [20].

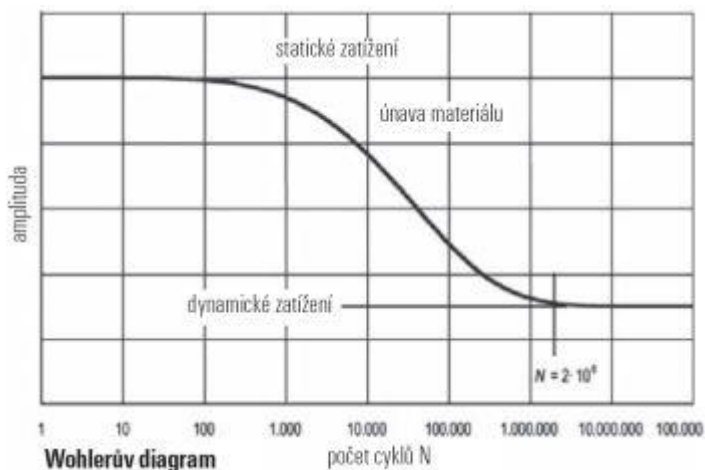
V dnešní době je možné eliminovat toto dynamické zatěžování například lepidly nebo chemickými kotvami, které jsou přímo certifikované pro dynamické zatěžování [20].

Obrázek 33: Dynamické účinky [26]

zatížení	oscilace	typy nastává
harmonické	 sinusoida	práce stroje
periodické	 pravidelné	lisy, doprava
přechodné	 neperiodické	zemětřesení
impulsní	 rázové, šokové	exploze, náraz

Dynamické účinky

Obrázek 34: Wohlerův diagram [56]



4.2 Koroze

Koroze je chemická reakce, při které dochází k narušování kovů. Čím méně ušlechtilý kov je, tím intenzivnější je poškození materiálu. Během tohoto procesu se buď změní na šupiny rzi, nebo se místy úplně rozpadne [20].

4.2.1. Definice koroze [1]

Téměř všechny materiály jsou různými způsoby narušovány díky okolnímu prostředí. Toto narušování může být způsobeno různými vlivy, a to jednak chemickými, ale také fyzikálními či biologickými.

Narušování fyzikálními vlivy se nazývá eroze, abraze a opotřebení. V případě, že se překročí mez únavy nebo mez pevnosti, dochází poté k narušení mechanickému.

Koroze se v tom případě může definovat jako znehodnocení všech typů materiálů, způsobená chemickým nebo fyzikálně chemickým působením okolního prostředí.

V širším významu slova se koroze nevztahuje pouze na kovy. Může se týkat také dalších materiálů, kterými jsou například plastické hmoty, silikátové stavební materiály, přírodní materiály, textil a jiné.

Také prostředí způsobující korozi má mnoho podob. Mezi nejznámější patří zemská atmosféra, jejímuž působení podléhá většina výrobků a materiálů. Ale i mořská voda, různé kyseliny, zásady a soli významně korozivornému prostředí přispívají.

K dalšímu faktorů jejímu vytvoření zásadně přispívá také tlak a teplota prostředí a mechanické namáhání (statické, dynamické).

4.2.2. Koroze jako technicko-ekonomický problém [1]

V hospodářstvích všech zemí světa působí koroze obrovské škody. Tyto ztráty se přikládají mimořádným nákladům v rámci protikorozní ochrany, obnovování, udržování a opravování zařízení předčasně porušených právě korozí.

Při znalostech o rychlosti koroze nechráněné oceli v přírodních podmínkách bylo například v roce 1937 v Německu spočítáno, že 125 tisíc tun oceli je během jednoho roku přeměněno na rez. Tomu odpovídalo asi 1 % tehdejší německé výroby. A tato ztráta se týkala pouze váhy oceli, která byla vystavena korozi v nechráněném stavu, jako například kolejnice, dráty, lana apod. Celkové ztráty, způsobené korozí, byly však jistě mnohem vyšší.

Jednou z nejdůležitějších otázek ekonomie protikorozní ochrany je vyměření prvotních nákladů na pořízení ochrany a nákladů na její provoz a údržbu.

4.2.3. Typy koroze [20]

Mezi nejčastější typy koroze u hmoždinek a kotev patří:

a) Povrchová koroze

V tomto případě kov koroduje poměrně stejnoměrně po celém povrchu nebo na jeho části. Příkladem je neviditelné rezavění vlivem kondenzace u šroubu v místě přechodu z kotevního podkladu do díry. Výsledek: spojení, které se zvenčí jeví, jako naprosto neporušené neočekávaně selže.

b) Koroze pod napětím

Dojde-li k vnitřnímu nebo vnějšímu namáhání tahem, může dojít k rozpínání a korozi kovu. Během procesu se vytvoří trhliny v důsledku mechanického namáhání, které se při zvyšujícím namáhání rozšiřují a tak umožní postup korozi. Stává se to například u oceli A4 v prostředí obsahujícím chlór.

c) Kontaktní koroze

Jestliže jsou různě ušlechtilé kovy spolu v kontaktu ve vodivém prostředí, ten, který je méně ušlechtilý vždy koroduje (anoda). Proto nerezavějící ocel obvykle není

ohrožena. Rozhodující je poměr ploch obou typů kovu: čím větší je plocha povrchu ušlechtilějšího kovu ve srovnání s tím méně ušlechtilým, tím větší je koroze. Například jsou-li velké plechy z nerez oceli přišroubovány galvanicky pokovenými šrouby, šrouby budou velice brzy značně napadeny. A naopak, použití nerezových šroubů do galvanicky pokovených plechů není kritické.

5 ZKOUŠKY ODOLNOSTI

5.1 Evropská legislativa

5.1.1. ETA

Obrázek 35: Logo certifikátu ETA [30]



Evropské schválení (European Technical Approval) je technická specifikace spojená se směrnicí Rady 89/106 EHS. Podle této směrnice o stavebních výrobcích (odstavec 1 článek 8) je definováno ETA takto [6]:

„Evropské technické schválení je kladné technické posouzení vhodnosti výrobku k určenému použití založené na splnění základních požadavků na stavby, pro něž bude výrobek použit.“

Jedná se o kladné technické posouzení použitelnosti výrobku schvalovacím orgánem. Až na časově omezené výjimky se uděluje pro výrobky [6]:

- pro které neexistuje harmonizovaná norma ani uznaná národní norma;
- v případě, že neexistuje mandát Komise pro zpracování harmonizované normy v CEN/CENELEC;
- pokud Evropská komise rozhodla, že nebude zpracována harmonizovaná evropská norma;
- které se odchyľují podstatně od harmonizovaných nebo uznaných národních norem.

5.1.2. ETAG

ETAG je zkratka pro řídicí pokyn pro evropská schválení (European Technical Approval Guideline). Stanovuje u výrobků nebo skupin výrobků způsob hodnocení určitých charakteristik výrobku a také rozsah tohoto hodnocení. Řídicí pokyny musí být dodrženy při zpracování evropského technického schválení schvalovacím orgánem [7].

Označení 006 obsahuje řídicí pokyny pro systémy mechanicky kotvených pružných střešních hydroizolačních povlaků. Dle tohoto pokynu je řízeno i provedení odtrhových zkoušek a zkoušek korozní odolnosti kotev, viz níže [7].

5.2 Zkoušky odolnosti

5.2.1. Zkouška korozní odolnosti - Kesternichova zkouška

Kotevní prvky, u kterých není riziko koroze a kondenzace omezené, musí být vyrobeny z materiálů, které vyhovují požadavkům na korozi, např. vyrobeny z austenitické korozivzdorné oceli 1.4301 nebo 1.4401 podle normy EN 10088. Prvky, které z těchto materiálů vyrobeny nejsou, musí mít adekvátní povrchovou antikoroziční úpravu [9].

Stanovení chování kotevních prvků pod vlivem koroze je provedeno zkouškou dle normy EN ISO 6988:1995 Zkoušení v komoře s proměnnou atmosférou vodního

kondenzátu obsahujícího oxid siřičitý. Zkouška nebo také test v uvedené komoře je nazývána Kesternichova a výsledek zkoušky se uvádí v cyklech Kesternicha [9].

Po zkoušce podle se nesmí na kovových částech objevit více než 15 % povrchové koroze nebo se nesmí vytvořit koroze rozpoznatelná pod ochranným protikorozním povlakem [9].

Obrázek 36: Ukázka šroubů po Kesternichově testu [50]



5.3 Odtrhová zkouška

Obrázek 37: Odtrhový přístroj [35]



Zkouška je provedena pomocí speciálního kalibrovaného přístroje, který je pro tuto činnost přímo určený. Ukazatel výtažné síly je buď analogový s ukazatelem aktuální a nejvyšší dosažené síly nebo digitální. Výtažná síla je síla, při které dojde k porušení samotného prvku nebo jeho vytržení z podkladu. Zkušební přístroj simuluje plynulý nárůst zatížení na zkoušený kotevní prvek.

Výtažná zkouška je využívána k prokázání chování a mezního výtažného zatížení kotevního prvku v podloží na daném objektu. Pomocí zkoušky je také zjištěno, o jaký druh podloží se jedná, jaká je tloušťka neúnosné vrstvy a především je také navržena optimální kotevní v daném podloží.

Aplikace kotevních prvků je prováděna stejnými metodami, jaké jsou následně použity při skutečném provedení na stavbě.

5.3.1. Zkoušky pro ploché střechy

Provádění výtažných zkoušek na stavebách se řídí doporučeními, uvedenými v Příloze D řídicího pokynu ETAG 006. Prvek je osazen do podloží způsobem, který dodržuje pokyny výrobce - průměr vrtáku, hloubka otvoru a vyčištění, aktivace kotevního prvku, apod. V případě vystaveného protokolu k výtažné zkoušce na ploché střeše je k dispozici také schéma střechy bodovým umístěním zkoušek v ploše střechy.

Obrázek 38: Ukázka odtrhové zkoušky 1 (vlastní zdroj)



Postup zkoušky:

- 1) Výběr podložky pro uchycení zkoušeného prvku.
- 2) Zkušební přístroj se umístí nad kotevní prvek a zkoušený kotevní prvek s podložkou se zasunou do „hlavy“ přístroje.
- 3) Otáčením rukojeti zkušebního zařízení se vyvíjí plynule zatěžovací síla a při tom se sleduje ukazatel zatížení.
- 4) V ploše střechy je nutné provést minimálně 6 hodnot, v závislosti na velikosti plochy i více.
- 5) Zaznamenává se nejvyšší hodnota udaná měřícím zařízením
- 6) Tah se poté uvolní a přístroj s podložkou se vysunou z kotevního prvku
- 7) Vyhodnocení výsledků

Povolené (návrhové zatížení) se vypočte podle [10]:

$$F_{adm} = X/v$$

kde

F_{adm} ... dovolené (návrhové) zatížení na kotevní prvek

X ... střední hodnota ze všech výtažných zkoušek
v ... součinitel bezpečnosti

2,0 pro ocelové střešní konstrukce

2,5 pro dřevěné a hliníkové střešní konstrukce

3,0 pro všechny betonové střešní konstrukce (lité, tenkostěnné, lehčené, pórabetonové, apod.)

Pro navrhování se použije vždy nejnižší hodnota z

W_{adm}

odvozená ze zkoušení ve skutečném měřítku nebo v malém měřítku podle řídicího pokynu ETAG 006 (hodnota z ETA)

nebo z

F_{adm} z výtažné zkoušky provedené na stavbě

F_{adm} odvozená z výtažné zkoušky na stavbě odráží pouze chování kotevního prvku ve styku s podkladem a nezohledňuje ostatní způsoby porušení, jako je deformace talíře, protržení hydroizolace apod. Proto se hodnota vyšší než W_{adm} stanovená podle řídicího pokynu ETAG 006 nesmí nikdy použít.

5.3.2. Zkoušky pro fasády

Zkouška upevňovacích prvků fasádní termoizolace probíhá obdobně jako u plochých střech.

Obrázek 39: Ukázka odtrhové zkoušky 2 (vlastní zdroj)



Postup zkoušky:

- 1) Výběr podložky pro uchycení talířové hmoždinky, aby se při silovém zatížení neporušil samotný talířek hmoždinky.
- 2) Zkušební přístroj se umístí nad kotevní prvek a zkoušenou hmoždinku s podložkou se zasunou do „hlavy“ přístroje.
- 3) Otáčením rukojeti zkušebního zařízení se vyvíjí plynule zatěžovací síla a při tom se sleduje ukazatel zatížení.
- 4) Zaznamenává se nejvyšší hodnota udaná měřicím zařízením
- 5) Tah se poté uvolní a podložka se vysune z kotevního prvku
- 6) V rámci jednoho objektu je nutné provést minimálně 15 hodnot, z různých míst, jako jsou například meziokenní prostory, podokenní prostory, štíty budovy apod., a to ze všech stran budovy, pokud je k dispozici lešení, je možné získat výtažnou hodnotu i s dalšího patra objektu.
- 7) Vyhodnocení výsledků

Protokol z výtažné zkoušky na fasádu daného objektu se liší od plochých střech v několika ohledech. Z celkového počtu hodnot je pro výpočet dovoleného zatížení vybrány nejnižších 5 hodnot, které jsou následně poníženy koeficientem bezpečnosti. V protokolu je pro návrh hmoždinky uvedeno několik kritérií, jako např. druh montáže, způsob předvrtávání, apod.

ZÁVĚR

Tak jako při mnoha dalších odborných činnostech, i oblast kotvení má své postupy a požadavky, které je pro co nejlepší výsledek nutné splnit. Vzhledem k tomu, že kotvení zahrnuje nejen interiér, ale i vlivy exteriéru, je o to složitější tyto požadavky splnit.

Cílem této práce bylo seznámení s některými možnostmi, které kotvení v oblasti stavebnictví představuje. Dále se práce věnovala ukázce druhů kotevních prvků a také příkladům jejich použití od návrhu, po samotnou aplikaci. Materiály prvků jsou vystaveny okolním vlivům, ať už je to namáhání či koroze, a proto je třeba zajistit jejich funkčnost. Práce se věnuje některým možnostem materiálů vhodných a používaných pro kotevní prvky a také jejich povrchovým úpravám.

Bakalářská práce ukázala, že při výběru vhodných kotevních prvků je nutné uvažovat s několika nezbytnými faktory a parametry, aby byla zajištěna jak funkčnost samotného kotvení, tak i funkce činností, které na kotvení navazují.

Spousta obchodních či výrobně-obchodních firem, z oboru kotevní a upevňovací techniky, v dnešní době nabízí technický servis a poradenství. Tento servis dokáže běžnému člověku i specializované realizační firmě při přesném návrhu velmi pomoci. Poradenství zahrnuje například i provedení odtrhové zkoušky, na které je následně od této firmy vystaven protokol s přesným návrhem prvku.

Dále je třeba mít na paměti, že některé ekonomické zásahy již při návrhu nemusí znamenat uspokojující výsledek. Naopak, „malá“ finanční úspora může přinést obrovské náklady na opravu, která se objeví v krátké budoucnosti. Z chyb se člověk učí, ale v některých případech je jednodušší těmto chybám předcházet.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Knižní zdroje

- (1) BARTONÍČEK, Robert. *Koroze a protikorozní ochrana kovů*. Praha: Academia, 1966, 719 s.
- (2) FUCHS, Jiří, Emerich ŠEFL a Miloslav REC. *Statické hodnoty kovových konstrukčních prvků*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1985.
- (3) KŘÍŽ, Rudolf a kol. *Stavba a provoz strojů I: Části strojů*. SNTL – Nakladatelství technické literatury. Praha: SNTL, 1977. L13-C2-V-43f/25559.
- (4) PTÁČEK, Luděk. *Nauka o materiálu I*. Brno: CERM, 2001. ISBN 80-7204-193-2.
- (5) PTÁČEK, Luděk. *Nauka o materiálu II*. 2. opr. a rozš. vyd. Brno: CERM, 2002. ISBN 80-7204-248-3.

Internetové zdroje

- (6) BAČÁKOVÁ, Marie. Podstata ETA. *Portál českého stavebnictví* [online]. 2009 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.ceskestavebnictvi.cz/rubrika.html?sk=0&k=14&l=1.6.1>
- (7) BAČÁKOVÁ, Marie. Přehled ETAGs. *Portál českého stavebnictví* [online]. 2009 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.ceskestavebnictvi.cz/rubrika.html?k=14&l=1.6.6.2>
- (8) Bezpečný výpočet v kotevních podkladech se třemi nebo více okraji. Fischer: Innovative solutions [online]. 2017 [cit. 2017-05-04]. Dostupné z: http://www.fischer-cz.cz/Domovska-stranka/%C5%98e%C5%A1en%C3%AD/Projektanti-a-statici/Bezpe%C4%8Dn%C3%BD-v%C3%BDpo%C4%8Det-v-kotevn%C3%ADch-podkladech-se-t%C5%99emi-nebo-v%C3%ADce-okraji.aspx/1656_page-1/usetemplate-detailprint/
- (9) DVOŘÁK, Jan. Korozní odolnost střešních mechanických kotev. KONSTRUKCE [online]. 2016 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.konstrukce.cz/clanek/korozni-odolnost-stresnich-mechanickych-kotev/>
- (10) ETAG 006: Řídící pokyn pro evropská technická schválení. Brusel: Evropská organizace pro technická schválení – EOTA, 2000, 62 s. Dostupné také z: http://www.sgpstandard.cz/editor/files/stav_vyr/dok_es/eta/archiv/006_cz.pdf

- (11) Chemické kotvy: Koroze kotev. Sanax Group s.r.o. [online]. , 4 [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: http://www.sanax.cz/files/clanky/koroze_kotev.pdf
- (12) Chemické složení ocelových šroubů a matic. ŠroubaMatka.cz: Oborový informační server [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <https://www.sroubamatka.cz/cs/technicke-informace/chemicke-slozeni-ocelovych-sroubu-a-matic.html>
- (13) JELÍNEK, Michal. Spojovací součásti a spoje. In: Učíme se v prostoru: Encyklopedie - drtič kamene [online]. s. 90 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: http://uvp3d.cz/drtic/?page_id=2315
- (14) KONVIČNÁ, Iveta. Šroubové spoje [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: http://www.sossoukyjov.cz/data/file/Strojnictvi/VY_32_INOVACE_5c/VY_32_INOVACE_5c10.pdf. Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské za řízení a zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků (NÚV).
- (15) Kotvení stavebních konstrukcí. FAST: Pozemní stavitelství III [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/3.html>
- (16) Povrchové úpravy materiálu: Vysvětlení procesů povrchových úprav materiálu. ŠroubaMatka.cz: Oborový informační server [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <https://www.sroubamatka.cz/cs/technicke-informace/povrchove-upravy-materialu.html>
- (17) Protikorozní povlakový systém Dörken. Svum-CZ: SVUM-CZ, s.r.o. - Povlakové hmoty [online]. 2017 [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: <http://www.svum-cz.cz/cs/povlakove-hmoty>
- (18) Střešní konstrukce. *TONDACH: střecha dělá dům* [online]. 2015 [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.tondach.cz/nova-strecha/stresni-konstrukce>
- (19) Vzorkovník RAL. Krytiny - Střechy [online]. [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: http://www.krytiny-strechy.cz/technicke_info-k-navrhovani-strech/vzorkovnik-ral/
- (20) Základní znalosti. Fischer: Upevňovací systémy [online]. , 20 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: http://www.fischer-cz.cz/PortalData/12/Resources/support/basic-knowledge/documents/zaklady_kotveni_uvod.pdf

Zdroje obrázků

- (21) Beton. In: [Http://www.pl.all.biz](http://www.pl.all.biz) [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.pl.all.biz/img/pl/catalog/middle/173313.jpeg>
- (22) Děrovaná cihla. In: *Www.stogu-dangos.lt* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: http://www.stogu-dangos.lt/static/products/1/51/151/1_big.jpg

- (23) Deskové materiály. In: *Drevene-materialy.fld.czu.cz* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: http://drevene-materialy.fld.czu.cz/_userfiles/obrazky/materialy_na_bazi_dreva.jpg
- (24) Druhy šroubových spojů. In: *Http://uvp3d.cz* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: http://uvp3d.cz/drtic/wp-content/uploads/2014/07/UvP_STROJ_ST22_001_001.jpg
- (25) Dřevěná střešní konstrukce. In: *Www.kreativka.cz* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://www.kreativka.cz/klient/strechy92/userfiles/foto/original/prihradove-vazniky.jpg>
- (26) Dynamické účinky. In: *Www.fischercentrumzlin.cz* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://www.fischercentrumzlin.cz/znalosti/dyn2.jpg>
- (27) Farmářský šroub. In: *Http://www.1122.cz* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: http://www.1122.cz/media/catalog/product/cache/1/image/600x600/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/n/e/nerez_20ss.jpg
- (28) Hmoždinka Molly. In: *Gartech.sk* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: https://gartech.sk/569-home_default/hmozdinka-molly-do-sadrokartonu-a-inych-krehkych-materialov-ocelova.jpg
- (29) Kotvení do betonu s tepelnou izolací. In: */www.stavebnictvi3000.cz* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: http://www.stavebnictvi3000.cz/obr/clanky2/2010/10_hpi_2.jpg
- (30) Logo certifikátu ETA. In: *Www.ataxtech-eshop.cz* [online]. [cit. 2017-05-07]. Dostupné z: <https://www.ataxtech-eshop.cz/deploy/img/fck/Image/certifikace/753%20CE%201.jpg>
- (31) Motýlkový kotva. In: *Http://www.kassel-eshop.cz* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: http://www.kassel-eshop.cz/fotky/maxi/hmozdinka_do_sadrokartonovych_desek_10gl_typ_bigips_hmozdinka_s_vrutem_511_1.jpg
- (32) Natloukácí hmoždinka s hříbkovou hlavou. In: *Top-kraft.cz* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://top-kraft.cz/galerie/mashroom.jpg>
- (33) Natloukácí hmoždinka s válcovou (cylindrickou hlavou). In: *Top-kraft.cz* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://top-kraft.cz/galerie/cylinder.jpg>
- (34) Natloukácí hmoždinka se zápusťnou hlavou. In: *Top-kraft.cz* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://top-kraft.cz/galerie/countersunk.jpg>
- (35) Odtrhový přístroj. In: *Www.dynatest.fr* [online]. [cit. 2017-05-07]. Dostupné z: <http://www.dynatest.fr/uploads/images/test-extraction-02.jpg>
- (36) Opláštění haly sendvičovými panely. In: *Www.satjam.cz* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: http://www.satjam.cz/doc/realizacefasady_img/dsc03833-6.JPG

- (37) Prasknutí kotevního prvku. In: *Www.fischercentrumzlin.cz* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://www.fischercentrumzlin.cz/znalosti/por4.jpg>
- (38) Prasknutí stavebního dílu podloží. In: *Www.fischercentrumzlin.cz* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://www.fischercentrumzlin.cz/znalosti/por2.jpg>
- (39) Průvlaková kotva v betonu. In: *Www.integ.cz* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <https://www.integ.cz/files/images/Spojovac%C3%AD%20materi%C3%A1l/Kotvy/pruvl-kotva-tech.png>
- (40) Pružinová kotva. In: *Mediaserver.berner.eu* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: [https://mediaserver.berner.eu/External/XXL/5354\[TIF\]-90.jpg](https://mediaserver.berner.eu/External/XXL/5354[TIF]-90.jpg)
- (41) Řez provětrávané fasády. In: *Stavba.tzb-info.cz* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/docu/clanky/0134/013451o9.jpg>
- (42) Řez sendvičovým panelem. In: *Www.prospere.cz* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://www.prospere.cz/images/oplasteni-budov/zakladni-panely/panel-SPB-WE.jpg>
- (43) Řez skladby kotvené střechy. In: *Www.dek.cz* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/produkty/imgs/dekroof/DEKROOF%2001-A.jpg>
- (44) Střecha nekotvená (přetížená). In: *Imaterialy.dumabyt.cz* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: http://imaterialy.dumabyt.cz/files/files/ZZZ201402/TI_chyby_3.jpg
- (45) Střešní trapézový plech. In: *Stresniplechy.cz* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://stresniplechy.cz/useruploads/images/t55.jpg>
- (46) Šroub do betonových konstrukcí. In: *Www.vikamp Praha.cz* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: http://www.vikamp Praha.cz/sites/vikamp Praha.cz/files/fastener/7890_c.png
- (47) Šroub do ocelových konstrukcí. In: *Http://www.wintech.cz* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.wintech.cz/files/visi1/visimpex-standard/3060-samovrtne-srouby-pro-sendvicove-panely-do-oceli-2-6-mm-s-epdm-podlozkou-19mm.jpg>
- (48) Talířová hmoždinka. In: *Www.dek.cz* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/obrazky/2131380594.jpg>
- (49) Tvarový spoj hmoždinky. In: *Www.ataxtech-eshop.cz* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <https://www.ataxtech-eshop.cz/deploy/img/fck/Image/priklady%20pouziti/TMT%20prikklad.JPG>
- (50) Ukázka šroubů po Kesternichově testu. In: *Www.konstrukce.cz* [online]. [cit. 2017-05-07]. Dostupné z: http://www.konstrukce.cz/PublicFiles/UserFiles/image/K/2016/k316/800x800_ejot04.jpg

- (51) Vrut do dřeva a konstrukční vrut. In: *Www.velkoobchodspojmat.cz* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: http://www.velkoobchodspojmat.cz/img/konstrukcni_vruty_oba.jpg
- (52) Vrut do sádrokartonové desky. In: *Www.pk-fischer.cz* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.pk-fischer.cz/content/images/eshop/40512.jpg>
- (53) Vrut do sádrovláknité desky. In: *Www.pk-fischer.cz* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.pk-fischer.cz/content/images/eshop/665095.jpg>
- (54) Vytržení kotvy nebo hmoždinky bez narušení podloží. In: *Www.fischercentrumzlin.cz* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://www.fischercentrumzlin.cz/znalosti/por3.jpg>
- (55) Vytržení kotvy nebo hmoždinky s narušením podloží. In: *Www.fischercentrumzlin.cz* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://www.fischercentrumzlin.cz/znalosti/por1.jpg>
- (56) Wohlerův diagram. In: *Www.fischercentrumzlin.cz* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://www.fischercentrumzlin.cz/znalosti/dyn3.jpg>
- (57) Závity. In: *Uvp3d.cz* [online]. [s.n.] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: http://uvp3d.cz/drtic/wp-content/uploads/2014/07/UvP_STROJ_ST22_002_008.jpg

SEZNAM ZKRATEK

ETA	European Technical Approval
ETAG	European Technical Approval Guideline
NRd	Výpočtové tahové zatížení
RAL	ReichsAusschuss für Lieferbedingungen
SDK	Sádrokarton
VRd	Výpočtové stříhové zatížení

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Beton.....	9
Obrázek 2: Děrovaná cihla	9
Obrázek 3: Deskové materiály	9
Obrázek 4: Tvarový spoj hmoždiky	10
Obrázek 5: Střešní trapézový plech.....	11
Obrázek 6: Šroub do ocelových konstrukcí	11
Obrázek 7: Šroub do betonových konstrukcí	11
Obrázek 8: Vrut do sádrovláknité desky	12
Obrázek 9: Vrut do sádrokartonové desky	12
Obrázek 10: Talířová hmoždinka.....	13
Obrázek 11: Natloukací hmoždinka s válcovou (cylindrickou) hlavou	13
Obrázek 12: Natloukací hmoždinka s hříbkovou hlavou	13
Obrázek 13: Natloukací hmoždinka se zápusťnou	13
Obrázek 14: Hmoždinka Molly.....	14
Obrázek 15: Pružinová kotva	14
Obrázek 16: Motýlková kotva.....	14
Obrázek 17: Závity.....	15
Obrázek 18: Druhy šroubových spojů.....	16
Obrázek 19: Průvlaková kotva v betonu	16
Obrázek 20: Střecha nekotvená (přítížená)	17
Obrázek 21: Řez skladby kotvené střechy	18
Obrázek 22: Kotvení do betonu s tepelnou izolací	18
Obrázek 23: Dřevěná střešní konstrukce.....	19
Obrázek 24: Vrut do dřeva a konstrukční vrut.....	19
Obrázek 25: Farmářský šroub	20
Obrázek 26: Opláštění haly sendvičovými panely	20
Obrázek 27: Řez sendvičovým panelem	21
Obrázek 28: Řez provětrávané fasády.....	22
Obrázek 29: Vytržení kotvy nebo hmoždinky s narušením podloží	27
Obrázek 30: Prasknutí stavebního dílu podloží.....	27
Obrázek 31: Vytržení kotvy nebo hmoždinky bez narušení podloží	27
Obrázek 32: Prasknutí kotevního prvku.....	27

Obrázek 33: Dynamické účinky	28
Obrázek 34: Wohlerův diagram.....	28
Obrázek 35: Logo certifikátu ETA	31
Obrázek 36: Ukázka šroubů po Kesternichově testu	32
Obrázek 37: Odtrhový přístroj	32
Obrázek 38: Ukázka odtrhové zkoušky 1	33
Obrázek 39: Ukázka odtrhové zkoušky 2	34

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Uhlíková ocel.....	46
-------------------------------	----

PŘÍLOHY

Příloha 1: Uhlíková ocel [12]

Třída pevnosti	Materiál a tepelné zpracování	Chemické složení (podíl prvků v %) (kusová analýza)					Teplotní popouštění °C	Nejdůležitější oceli
		C		P	S	B1)		
		min.	max.	max.	max.	max1)		
3.6	Uhlíková ocel	-	0,20	0,05	0,06	0,003	-	Q St 36-3
4.6		-	0,55	0,05	0,06			Q St 38-3
4.8								
5.6		0,13	0,55	0,05	0,06			Cq22, Cq35
5.8		-	0,55	0,05	0,06			
6.8								
8.8	Uhlíková ocel s přísadami (např. bor, Mn nebo Cr), kalená a popouštěná	0,15d)	0,40	0,035	0,035		425	19Mn B4 22 B2, 35B2, Cq45, 38 Cr2, 46 Cr2, 41 Cr4
	Uhlíková ocel kalená a popouštěná	0,25	0,55	0,035	0,035			
9.8	Uhlíková ocel s přísadami (např. bor, Mn nebo Cr), kalená a popouštěná	0,15d)	0,35	0,035	0,035		425	
	Uhlíková ocel kalená a popouštěná	0,25	0,55	0,035	0,035			
10.9	Uhlíková ocel s přísadami (např. bor, Mn nebo Cr), kalená a popouštěná	0,15d)	0,35	0,035	0,035		340	35 B2, 34 Cr4, 37 Cr4, 41 Cr4
10.9	Uhlíková ocel kalená a popouštěná	0,25	0,55	0,035	0,035		425	35 B2, 34 Cr4, 37 Cr4, 41 Cr4
	Uhlíková ocel s přísadami (např. bor, Mn nebo Cr), kalená a popouštěná	0,20d)	0,55	0,035	0,035			
	Legovaná ocel kalená a popouštěná	0,20	0,55	0,035	0,035			
12.9	Legovaná ocel kalená a popouštěná	0,28	0,50	0,035	0,035		380	Cr4, 41 Cr4, 34CrMo4, 42CrMo4, 34CrNiMo6, 30CrNiMo8