

# NÁVRH PODPOR TRAPÉZOVÝCH PLECHŮ

## ASOTRA

Asociace dodavatelů trapézových plechů  
a za studena tvarovaných prvků a plošných profilů, z.s

## KONSTAT s.r.o.

Ing. Jan Seifert, Ing. Jan Mařík, Ph.D.

### Abstrakt

Předmětem příspěvku je problematika korektního navrhování betonových podpor střešních trapézových plechů, tedy vaznic, vazníků, průvlaků či ztužidel, která je v projekční praxi velmi podceňována. V projektové přípravě chybí informace o technických požadavcích, které na betonové podpory klade střešní plášť tvořený trapézovým plechem, nebo které jsou dokonce přímo definované novými platnými normami. Tento příspěvek má za cíl přispět k osvětě odborné veřejnosti a zároveň apelovat na respektování technických specifik střešního pláště kladených na navrhované železobetonové konstrukce.

**Klíčová slova:** beton, trapézový plech, střešní plášť, kotvení do betonu, podpora

---

## 1 Úvod

Cílem tohoto příspěvku je poukázat na problémy specifické pro segment stavebnictví zaměřený na střešní trapézové plechy neboli trapézové profily, které tvoří nosnou vrstvu střešního pláště hal a velkých objektů. Níže zmiňované problémy nedostatečné projekční přípravy staveb se v tomto segmentu stavebnictví projevují velmi často a potřeba jejich řešení je nanejvýš aktuální.

V oblasti navrhování hlavní nosné konstrukce se situace dostala tak daleko, že dodavatelem skeletu jsou staticky navrženy střešní nosníky, které jsou ekonomicky „optimalizovány“ bez ohledu na technické požadavky střešního pláště, v tomto případě trapézových plechů, tvořících plášť střechy, které mnohdy navrhuje jejich dodavatel. Může tak nastat i zcela nelogická situace, že je zpracován projekt nosné (betonové) konstrukce střechy tak, že na něj, či na jeho část, není možno střešní plášť z trapézových profilů vůbec kotvit. Přitom právě umožnění montáže střešního pláště je jedním z hlavních účelů a hlavních funkcí nosné betonové konstrukce a je tedy i cílem dodávky nosné konstrukce objektu.

Nosná konstrukce je však často projektována pouze s ohledem na minimalizaci ceny. Tento zkratkový přístup však může mít za následek:

- a) **Nemožnost kotvení trapézových profilů do celé délky nosníku.** Takový nosník pak neplní své základní funkce a je s podivem, že vyšší odběratelé takové projekty připouštějí a hradí je.
- b) **Nemožnost osazení potřebného počtu kotvicích prvků nutných pro upevnění střešního pláště** – trapézových profilů - k této nosné konstrukci v nezbytné vzdálenosti kotvicích bodů navzájem od sebe, **toto platí zejména při návrhu požárně odolné střechy, kdy v každé vlně je nutno použít min. 2 kotvicí šrouby** pro připevnění trapézových profilů k nosné konstrukci.
- c) **Zvýšení ceny střešních trapézových profilů a tím celé stavby.** V některých případech lze trapézové plechy na nevhodně navržené nosníky spodní stavby uložit a zakotvit je, ale jen za cenu zvýšených nákladů v podobě nutnosti dodání pomocných prvků (dodatečně kotvených úložných elementů), zvětšení tloušťky plechu, nemožnosti hospodárného využití spojitosti nosníků apod.

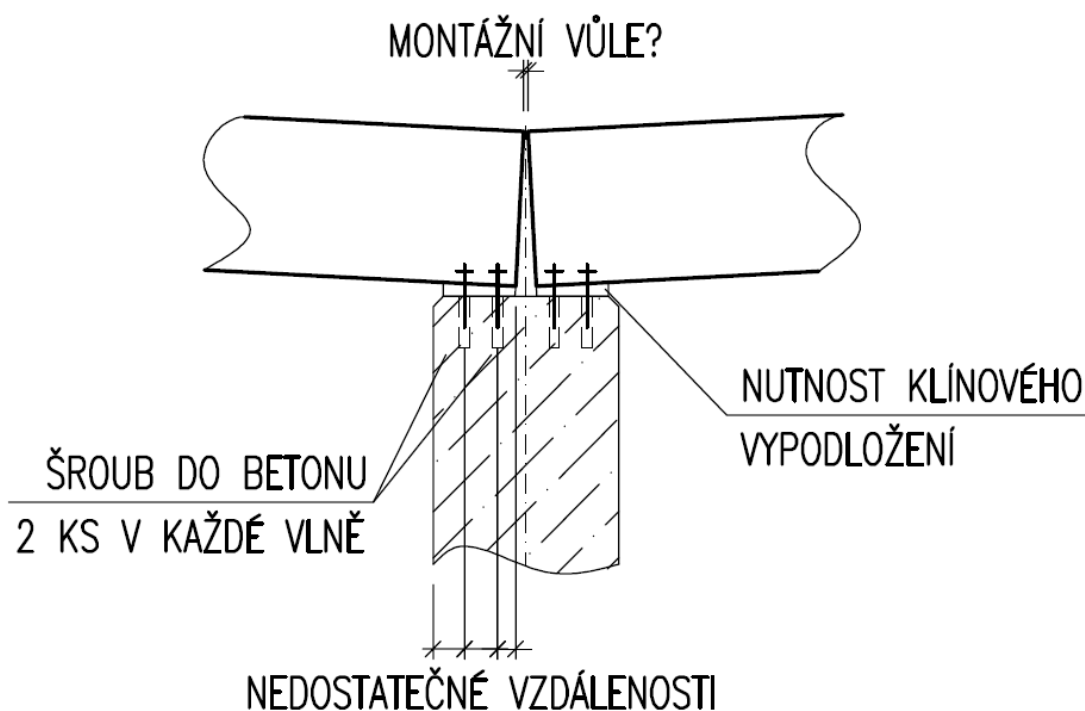
## 2 Horní úložná plocha podpory v rovině střechy

V praxi dochází k situaci, že v hřebeni a úžlabí je navržena jen jedna vaznice, která podpírá trapézové plechy z obou přilehlých skloněných rovin střechy. U ocelových konstrukcí bývá zvykem v takovém případě připravit pro trapézový plech úložné pásky nakloněné do odpovídajících sklonů střechy, aby trapézové plechy nesoucí hmotnost střešního souvrství byly uloženy na potřebnou minimální šířku a jejich statické vlastnosti byly zachovány. Projektanti betonových konstrukcí však tuto problematiku často zcela ignorují. Prefabrikáty se dodávají a navrhují s rovnými horizontálními povrchy. Sklonění všech horních povrchů v odpovídajícím spádu střechy, umožňující tak řádné uložení trapézových profilů, se vidí skutečně jen velmi zřídka. Je nutno upozornit na to, že plechy nelze ukládat jen na hranu betonových nosníků, protože to zcela zásadně snižuje jejich únosnost. Norma pro navrhování tenkostěnných ocelových konstrukcí (ČSN EN 1993-1-3) [1] ve svém článku 6.1.7.3 předepisuje, že plechy musí být uloženy plošně alespoň v šířce 40 mm. Obdobný minimální požadavek má i norma ČSN EN 1090-4 [2] v článku její normativní přílohy B.3. Trapézový plech pak zcela zjevně musí na své podpoře ležet také v místě jeho kotvení. Je pak otázkou, zda projektanty trapézových profilů následně nutně předepsované klínové podložení plechů na vodorovných podpěrných plochách vaznic je v praxi reálně prováděno, i s ohledem na fakt, že tato opatření prováděná následně při montáži jsou vyšším nákladem než by byla výroba vaznic s horním povrchem skloněným ve spádu střechy.

## 3 Nedostatečná šířka podpor

Projektanti nosných konstrukcí v některých případech též nesprávně navrhují příliš úzké podpory, na které pak již nelze korektně položit a kotvit střešní trapézové plechy. Paradoxně se to týká spíše projektů betonových konstrukcí než konstrukcí ocelových. Vaznice někdy mívají šířku i menší než 200 mm. Nejde-li trapézové plechy nad podporou přeložit (například v hřebeni či v úžlabí), nezbyvá pak místo na uložení plechů, uvážíme-li

nutnost rektifikační mezery mezi plechy, výrobní a montážní rozměrové tolerance vaznic i samotných plechů a dále i případně sražené hrany betonových prefabrikátů, kdy tuto zásadní informaci vztahující se k vaznici někteří autoři návrhu prefa konstrukce ani nedávají do svého projektu a míru sražení hran neupřesňují. Se zohledněním možných imperfekcí (daných např. normovými tolerancemi) se v praxi vůbec neseťkáváme, ostatně tato problematika většinou ani vhodné řešení nemá.

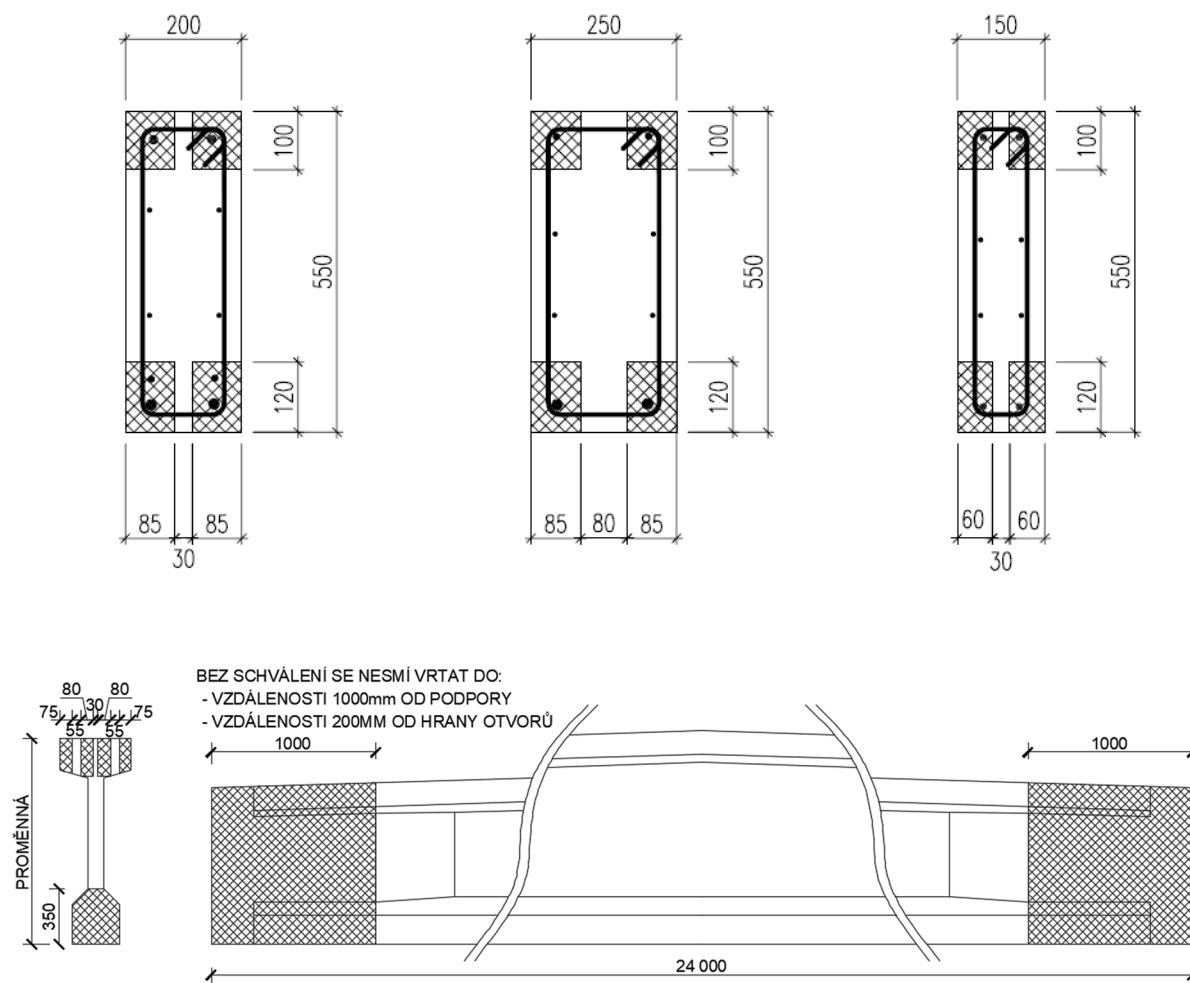


Obr. 1 – Příklad nedostatečné šířky podpor

#### 4 Vrtné zóny betonových nosníků (přípustné zóny kotvení)

V Čechách je dnes bohužel zvykem kotvit trapézové plechy přímo do betonových nosníků převážně závitotvornými šrouby do betonu (zde popisovaný problém se ocelových nosníků zpravidla netýká). Přitom by se mnohdy dle projektů betonových prefabrikátů měly respektovat vrtné zóny vydané autorem návrhu betonové konstrukce. Tyto zóny však v řadě případů neposkytují dostatečný prostor pro kotvení trapézových profilů. V zájmu minimalizace ceny prefa konstrukce jsou navrhovány nosníky velmi štíhlé a hustě vyztužené. Kotevní šrouby do nich v řadě případů vůbec nelze rozmístit, někdy je to dokonce zcela nelogicky dodavatelem prefa konstrukce – byť jen na části nosníku - výslovně zakázáno (např. u konců nosníků se vyskytuje v návrzích prefa konstrukcí poměrně dlouhá oblast - rozhodně delší, než je šířka vlny tr. plechu - kde se vrtat nesmí vůbec!). Takový návrh je samozřejmě zcela chybný, prefa nosník jako výrobek pak neplní svou podstatnou funkci. V případě požadované požární odolnosti střechy je de facto vždy zapotřebí nosné trapézové profily kotvit k prefa konstrukci v každé vlně trapézového

profilu dvěma šrouby (někdy i třemi) – v hřebeni a úžlabí pak čtyřmi. Při dodržení předepsaných či doporučených roztečí kotevních prostředků na to však v prefa konstrukci nebývá „oficiálně povolené“ místo. Takovýto výrobek tedy opět neplní své základní funkce. Problematika omezených možností pro „oficiálně povolené“ kotvení trapézových plechů pak bývá v praxi obcházena, protože korektní řešení při takovém návrhu nosné betonové konstrukce neexistuje.

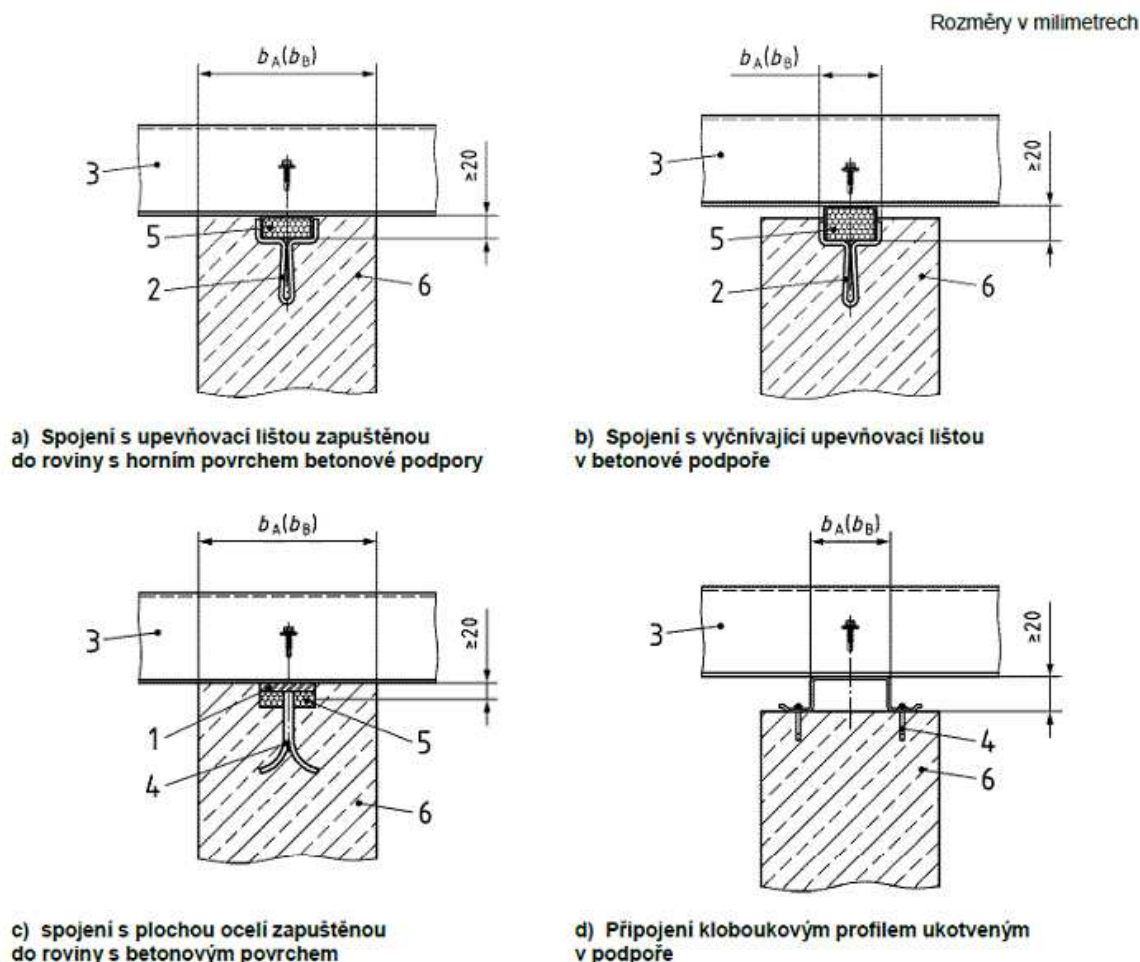


Obr. 2 – Příklad zakázaných zón kotvení do žb. prefa nosníku

## 5 Kotevní lišty

Problematika předchozího bodu by vlastně vůbec neměla nastat, kdyby v ČR byla dodržována **platná ČSN EN 1090-4** [2] (Provádění ocelových a hliníkových konstrukcí, část 4, Technické požadavky na ocelové za studena tvarované prvky a konstrukce pro použití ve střeších, střepech, podlahách a stěnách),  **která příkazuje v příloze B článku B.4 doplnit každý betonový nosník určený pro kotvení trapézových profilů o ocelovou**

lištu nebo ocelovou plotnu o tl. min. 8,0 mm (*například tzv. HTU lišty*) předem při výrobě osazenou do betonového nosníku a kotvení střešních trapézových profilů provádět do těchto vložených lišt či pásů. Výjimku tvoří jen rekonstrukce, u nových staveb je toto pravidlo dle normy závazné. Trapézové plechy se pak k takové liště kotví obdobně jako k ocelovým konstrukcím. V západních zemích se toto dle výše uvedené technické normy povinné řešení běžně používá a to nejenom pro střešní trapézové profily, ale i pro opláštění např. v podobě plechových nosných kazet či sendvičových panelů. V ČR je naopak toto předepsané řešení obcházeno. Projekt betonové prefa konstrukce, který nezahrnuje návrh kotevních lišt, není v souladu s normou a v případě, že se jeho autor smluvně zavázal dodržovat platné normy, tak tento projekt může být považován za chybný a jeho objednatel může odmítnout jeho přijetí. Jedná se o normu relativně novou a proto je možné, že projektanti prefa konstrukcí s ní ještě nejsou obeznámeni a kotevní lišty, či pásy, tak nenavrhují. Pokud je nenavrhují pouze z důvodu minimalizace ceny betonové konstrukce, tedy z důvodu konkurenceschopnosti, je to na pováženo.



Obrázek B.1 – Příklady navrhování betonových nebo zděných podpor

Obr. 3 – Příklady kotvení do betonových podpor dle ČSN EN 1090-4

## 6 Nedostatečná dimenze podpor

U bezvaznicových systémů střeš (s běžným rozpětím plechů 6 m) bývá hlavním kritériem návrhu tr. plechu jeho průhyb a to především tehdy, když jsou plechy ukládány jako prosté nosníky. Bývá proto velmi výhodné ukládat plechy jako spojitě nosníky o dvou polích. Ty však mají při klasickém elastickém výpočtu na tuhých podporách na vnitřní podpoře o 25% vyšší reakci oproti reakcím prostých nosníků a mnohdy vyžadují, aby vyšší reakci odpovídal i návrh podpěrné konstrukce. Pokud však projektanti nosné konstrukce a střešních plechů spolu nemohou napřímo komunikovat, či když příslušným způsobem komunikaci neprovede odběratel, musí pak být buď návrh betonové konstrukce na poslední chvíli změněn (nebyl-li již nosník vyroben...), či pak musí z důvodu neodpovídajícího návrhu nosné betonové konstrukce navrhnout dodavatel trapézového plechu dražší profily působící jako prosté nosníky, což následně představuje vícenásobek plynoucí z neoptimálního návrhu nosné betonové konstrukce. Optimálním (ale v praxi nevídaným) řešením by bylo provést více návrhů betonové konstrukce i střešních plechů (pro různé způsoby statického působení plechů) a vybrat celkově nejvýhodnější variantu. Pokud však návrh spodní konstrukce není koordinován s návrhem trapézových profilů, může v důsledku dojít k nikoliv bezpečnému návrhu konstrukce.

## 7 Dilatace

Jediným spolehlivě fungujícím řešením dilatací ve střeše je zdvojení střešních nosníků a stavební úprava spočívající ve zdvojení atice. Z důvodů úspor však bývá v projektu betonové konstrukce v dilatační spáře navrhován jen jeden nosník, teoreticky se posouvající po hlavici sloupu díky tomu, že se nezalijí betonovou maltou jeho montážní otvory pro kotevní trny vystupující ze spodní konstrukce. Toto provedení je však diskutabilní už z hlediska samotné funkčnosti dilatace (hypotéza, že se betonový nosník skutečně posune, je spíše jen teoretická možnost). Navíc zde vyvstává otázka, jak korektně bude dilatovat trapézový plech po hrubém betonovém povrchu. Existuje celá řada návrhů různých detailů snažících se tento problém řešit, ale všechny jsou ve skutečnosti rozporuplné a nemusí naplnit požadovanou funkčnost. Snahy o dilatační ukládání plechů pak vedou buď k extrémně nákladným detailům, nebo k problémům se zajištěním tahů při sání větru, k potenciálnímu snížení životnosti povrchové ochrany trapézového plechu vlivem jejich tření o betonovou podporu apod. Dilatačně uložené plechy pak také nemohou působit za požáru jako membrána a bývá tak znemožněno doložení jejich požární odolnosti, což je v současné době velmi častý požadavek požárních specialistů. (Dle doposud běžně používaných požárních certifikátů požárně odolný střešní plášť z trapézových profilů musí být do spodní konstrukce zakotven předepsaným neposuvným způsobem, aby kotvení bylo schopné přenést při požáru v nich vznikající membránové síly. Požadavek na dilatační uložení trapézových plechů a současně na požární odolnost střešních plášťů jsou tak navzájem v příkrém a neřešitelném rozporu plynoucím z chybějící koordinace jednotlivých profesí).

## 8 Stabilizace nosníků

Autoři návrhu nosníků střechy v některých případech počítají s tím, že je má trapézový plech stabilizovat proti ztrátě příčné a torzní stability. Přitom se však tato informace nedostane k autorovi návrhu tr. plechu, pro nějž to je poměrně zásadní požadavek, natožpak ke stavební firmě, která by měla dodávat střešní trapézový profil jako plášť střechy. V současné době již neplatí dříve předpokládaná „automatická“ stabilizace trapézovým plechem. ČSN EN 1993-1-3 dává návod, jak takovou stabilizaci prokázat. Ten však většinou vede k nárůstu tloušťky plechu a tedy navyšuje cenu pláště střechy. Tato důležitá informace tak musí být projektantovi profilovaných plechů předána, podobně by měla být předána i firmě, která má nabízet položení střešního pláště, což se však zpravidla neděje. Je zřejmé, že autoři návrhu střešních nosníků nemají povědomí o tom, že z hlediska profilovaného plechu jde o důležitý údaj. Jedním z účelů tohoto článku je upozornění projektantů střešních nosníků, že jejich předpoklady o stabilizaci pláštěm se musí o něco opírat a že tento požadavek musí být důsledně zkoordinován.

## 9 Závěr

**Je zapotřebí, aby projektanti nosné střešní konstrukce komunikovali s autory návrhu trapézových profilů a aby svůj návrh střešních nosníků prováděli s ohledem na stavební prvek, k jehož podepření navrhované nosníky mají sloužit a s ohledem na uvažované použití jimi navrhované konstrukce.** Pokud projektant např. betonové konstrukce nemá při své práci k dispozici projektanta střešního pláště, měl by alespoň problematiku podrobně znát nebo ji konzultovat s libovolným specialistou na trapézové plechy a měl by do svého projektu popsat jeho vlastní představu o jejich statickém působení, ukládání a kotvení. I projektanti betonových konstrukcí by měli respektovat platné normy.

Dodávky zboží je třeba dle §1914 Obč. zákoníku plnit řádně, tj. bez vad s vlastnostmi vymíněnými či obvyklými tak, aby bylo možné použít předmět plnění podle smlouvy, a je-li stranám znám, i podle účelu smlouvy. Účelem dodání nosné konstrukce střechy je zcela nesporně i možnost na takovou nosnou konstrukci položit a k ní upevnit střešní plášť. Ti projektanti nosných konstrukcí, tedy podpor střešních trapézových profilů, kteří nerespektují výše uvedené, mohou způsobit, že dodavatel předmětné nosné konstrukce, dle výše uvedeného paragrafu zákona, neplní řádně. V takovém případě by se jednalo o plnění, které neumožňuje naplnění účelu díla – tedy užití konstrukce pro střešní či stěnový plášť ve shodě s předpisy. Pokud betonová vaznice či nosník neumožňuje řádné uložení a kotvení trapézového profilu v souladu s normami, je na vině nikoliv projektant daného trapézového profilu, ale ten, jehož práce znemožnila splnění norem.

Především projektanti pracující pro výrobce prefabrikovaných betonových konstrukcí si velmi často nemusí uvědomovat rizika spojená s jejich prací. Jsme názoru, že je zapotřebí je na tato rizika upozornit a varovat je, že v případě právního sporu to mohou být oni, kteří budou voláni k zodpovědnosti kvůli nedostatečné funkčnosti střechy, či kvůli vzniklým vícenásledům pro odběratele či vyššího odběratele nebo investora.

Účelem tohoto příspěvku je osvětově působit na projektanty spodních nosných konstrukcí, stavební firmy, generální dodavatele, developery i investory tak, aby si uvědomili, že betonové konstrukce musí odpovídat vyššímu standardu, než na který jsou v poslední době zvyklí. S tím nutně souvisí i navýšení ceny těchto konstrukcí, i když zcela minimální (např. kvůli osazení normou požadovaných kotevních lišt do žb. nosníků či vaznic).

## Literatura

- [1] ČSN EN 1993-1-3 – Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-3: Obecná pravidla – Doplnující pravidla pro za studena tvarované prvky a plošné profily (03/2008)
- [2] ČSN EN 1090-4 - Provádění ocelových a hliníkových konstrukcí, část 4, Technické požadavky na ocelové za studena tvarované prvky a konstrukce pro použití ve střeších, stropech, podlahách a stěnách (09/2019)