

- ♦ průkazy energetické náročnosti budov (PENB)
- ♦ energetické audity a posudky
- ♦ hydronické vyvažování
- ♦ projekční práce

DOPLNĚNÍ SOLÁRNÍHO SYSTÉMU PRO OHŘEV BAZÉNOVÉ VODY  
v objektu BAZÉNU – Fialková 225, Český Krumlov  
Dokumentace pro provedení stavby (DPS)  
Číslo zakázky: 18038

# DOPLNĚNÍ SOLÁRNÍHO SYSTÉMU PRO OHŘEV BAZÉNOVÉ VODY

v objektu BAZÉNU – Fialková 225, Český Krumlov



Dokumentace pro provedení stavby (DPS)

**Investor:** Město Český Krumlov, náměstí Svornosti 1, 381 01 Český Krumlov

**Projektant:** Karel Kotyza - autorizovaný inženýr (ČKAIT 0400267)  
**MARS s.r.o.** – Chvalšinská 229, 381 01 Český Krumlov

**Datum:** 10. října 2019

## Seznam příloh:

- D.1.1.1 Technická zpráva
- D.1.1.2 Půdorys střechy – podpůrné konstrukce
- D.1.1.3 Půdorys střechy – solární kolektory
- D.1.1.4 Řez A-A' – solární kolektory
- D.1.1.5 Schéma zapojení
- D.1.1.6 Popis prací a dodávek

DOPLNĚNÍ SOLÁRNÍHO SYSTÉMU PRO OHŘEV BAZÉNOVÉ VODY  
v objektu BAZÉNU – Fialková 225, Český Krumlov  
Dokumentace pro provedení stavby (DPS)  
Číslo zakázky: 18038

# DOPLNĚNÍ SOLÁRNÍHO SYSTÉMU PRO OHŘEV BAZÉNOVÉ VODY

v objektu BAZÉNU – Fialková 225, Český Krumlov

## TECHNICKÁ ZPRÁVA D.1.1.1

V Českém Krumlově 10. října 2019

Karel Kotyza

## Obsah technické zprávy:

01.	Identifikační údaje stavby a investora.....	5
02.	Výchozí podklady .....	6
03.	Úvodem.....	7
04.	Popis stávajícího systém solárních kolektorů .....	7
05.	Návrh doplnění solárních kolektorů .....	7
06.	Potrubí.....	9
07.	Zařízení pro ohřev bazénové vody .....	9
08.	Statické posouzení .....	10
09.	Způsob osazení nových solárních kolektorů na střechu .....	12
10.	Podmínky záruky na projektovou dokumentaci .....	13

## 01. Identifikační údaje stavby a investora

<i>Název akce:</i>	DOPLNĚNÍ SOLÁRNÍHO SYSTÉMU PRO OHŘEV BAZÉNOVÉ VODY v objektu BAZÉNU – Fialková 225, Český Krumlov
<i>Místo:</i>	Fialková 225, 381 01 Český Krumlov
<i>Katastrální území:</i>	Český Krumlov 622931
<i>Číslo listu vlastnictví:</i>	10001
<i>Dotčené pozemky:</i>	3415/1 - objekt občanské vybavenosti (Město Český Krumlov)
<i>Stavební úřad:</i>	Městský úřad Český Krumlov, odbor stavební úřad Kaplická 439, 381 01 Český Krumlov
<i>Charakter stavby:</i>	doplnění stávajícího technologického vybavení
<i>Stupeň PD:</i>	dokumentace pro provedení stavby (DPS)
<i>Investor:</i>	Město Český Krumlov náměstí Svornosti 1, 381 01 Český Krumlov Telefon: +420 380 766 111 Fax: +420 380 766 810 E-mail: <a href="mailto:mail@mu.ckrumlov.cz">mail@mu.ckrumlov.cz</a> E-podatelna: <a href="mailto:posta@mu.ckrumlov.cz">posta@mu.ckrumlov.cz</a>
<i>Autorizovaný projektant:</i>	Karel Kotyza - autorizovaný inženýr (ČKAIT 0400267) pro techniku prostředí staveb – specializace technická zařízení <b>MARS s.r.o.</b> – Chvalšinská 229, 381 01 Český Krumlov IČO: 432 234 19 DIČ: CZ 432 234 19 GSM: +420 604 639 610 e-mail: <a href="mailto:mars.sro@seznam.cz">mars.sro@seznam.cz</a>
<i>Projektant statické části:</i>	Ing. Jan Honner - autorizovaný inženýr (ČKAIT 0100110) autorizovaný inženýr pro obor mosty a inženýrské konstrukce Svatý Jan nad Malší 8 GSM: +420 606928798 e-mail: <a href="mailto:Jan.Honner@email.cz">Jan.Honner@email.cz</a>
<i>Číslo zakázky:</i>	18038
<i>Datum:</i>	10. října 2019

## 02. Výchozí podklady

1. Projektová dokumentace: Krytý bazén 25 m, Český Krumlov (JP) - architektonicky stavební část .... vypracoval SPORTPROJEKT Praha - Ing. Bartoš a Ing. Bolcha (1987),
2. Projektová dokumentace: Český Krumlov - Krytý plavecký bazén – Rekonstrukce technologie úpravy vody (DSP) ... vypracoval VT Brno – Doc. Ing. Milan Látal, CSc., Ing. Cetkovský, Ing. Novotná (říjen 2002),
3. Projektová dokumentace: PLAVECKÝ BAZÉN, Český Krumlov - SOLÁRNÍ OHŘEV BAZÉNOVÉ VODY (DPS) ... vypracoval: MaRS s.r.o. – Ing. Karel Kotyza (leden 2015),
4. Podrobné stavební zaměření objektu včetně fotodokumentace - vypracoval Karel Kotyza (listopad 2018),
5. STATICKÉ POSOUZENÍ - studie proveditelnosti - vypracoval Ing. Jindřich Honner (listopad 2018),
6. technické podklady navrhovaných materiálů,
7. volně dostupné podklady publikované na [www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz) (Český úřad zeměměřický a katastrální),
8. volně dostupné podklady z [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz),
9. objednávka č. OBJ 236/2018/CK ze dne 16.10.2018 (z.č. 18038),
10. ČSN EN ISO 9488 Solární energie – Slovník (ČSN 2001),
11. ČSN EN 12975-1 Tepelné solární soustavy a součásti - Solární kolektory - Část 1: Všeobecné požadavky (ČNI 2006),
12. ČSN EN 12975-2 Tepelné solární soustavy a součásti - Solární kolektory - Část 2: Zkušební metody (ČNI 2006),
13. ČSN EN 12976-1 Tepelné solární soustavy a součásti - Soustavy průmyslově vyráběné - Část 1: Všeobecné požadavky (ČNI 2006),
14. ČSN EN 12976-2 Tepelné solární soustavy a součásti - Soustavy průmyslově vyráběné - Část 2: Zkušební metody. (ČNI 2006),
15. ČSN EN 12977-3 Tepelné solární soustavy a součásti - Soustavy stavěné na zakázku - Část 3: Metody zkoušení parametrů solárních zásobníků pro ohřev vody (ÚNMZ 2009),
16. ČSN EN 15316-4-3 Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy - Část 4-3: Výroba tepla na vytápění, tepelné sluneční soustavy (ČNI 2008),
17. TNI 730302 Energetické hodnocení solárních tepelných soustav - Zjednodušený výpočtový postup (ÚNMZ 2009),
18. ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie,
19. ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky,
20. ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin,
21. ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody,
22. ČSN EN ISO 13789 (73 0565) Tepelné chování budov – Měrná ztráta prostupem tepla – Výpočtová metoda,
23. ČSN EN ISO 6946 (73 0558) Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda,
24. ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov,
25. ČSN EN 12828 (2005-03) Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních tepelných soustav,
26. TNI 73 0331 Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet,
27. Zákon č. 406/2000 Sb., zákon o hospodaření energií,
28. Vyhláška MPO č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov,
29. Vyhláška MPO č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu.

*Pozn.: Všechny uvedené předpisy jsou v aktuálním znění (včetně změn platných ke dni zpracování projektu).*

### 03. Úvodem

Projekt řeší umístění a zapojení 36 solárních kolektorů z budovy Městského úřadu Český Krumlov v Kaplické ulici č.p. 439, které budou osazeny na střechu Krytého bazénu v Českém Krumlově, Fialková č.p. 225 a bude jimi doplněn stávající solární systém pro ohřev bazénové vody, který je již instalován. Projekt řeší vhodný způsob umístění a osazení na střechu objektu včetně statického posouzení a způsob optimálního propojení se stávajícím systémem.

Projektová dokumentace byla zpracována na podkladě stavebních výkresů a požadavků investora. Projekt je proveden podle platných ČSN a s nimi souvisejícími předpisy. Jedná se o projektovou dokumentaci pro provedení stavby včetně podkladů k výběrovému řízení na dodavatele stavby.

### 04. Popis stávajícího systém solárních kolektorů

Na střechu objektu je v současnosti instalováno pole solárních kolektorů sestavené z 36 kusů selektivních kapalinových horizontálních solárních kolektorů. Půdorysná plocha jednoho kolektoru je  $2,51 \text{ m}^2$ , absorpční plocha  $2,31 \text{ m}^2$ , spojovací rozměr 2150 mm, hmotnost 38 kg, kapalinový obsah 1,77 l, maximální přetlak teplotonosné kapaliny 600 kPa. Celková účinná plocha je  $83,16 \text{ m}^2$ .

Měrný energetický zisk ze solární soustavy .....	$q_{ss,u} = 651 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$
Měrný energetický zisk ze solární soustavy (36 kolektorů) .....	$Q_{ss,u} = 54130 \text{ kWh.a}^{-1}$
Solární pokrytí (podíl solární soustavy) (36 kolektorů) .....	$f = 20\%$

Topným médiem v primárním okruhu solárního systému je nemrznoucí antikorozi kapalina na bázi monopropylenglykolu s nízkým bodem tuhnutí. Nucený oběh topného média v primárním okruhu solárního systému bude zajišťovat teplovodní oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA1 32-60 ( $m_{\text{požadované}} = 2960 \text{ kg.h}^{-1}$ ;  $\Delta p_{(880)} = 31,5 \text{ kPa}$ ;  $P_1 = 80 \text{ W}$ ;  $I_N = 0,36 \text{ A}$ ;  $U = 230\text{V}$ ; 50 Hz). Solární systém je zabezpečen rohovým pružinovým pojistným ventilem DN 25 (otevírací přetlak 550 kPa) a membránovou expanzní nádobou o objemu 200 litrů.

### 05. Návrh doplnění solárních kolektorů

Na střechu objektu bazénu bude nově umístěno 36 solárních kolektorů z budovy Městského úřadu Český Krumlov v Kaplické ulici č.p. 439. Jedná se o selektivní kapalinové vertikální solární kolektory typu Heliostar 300 n2L-CF. Půdorysná plocha jednoho kolektoru je  $1,78 \text{ m}^2$ , absorpční plocha  $1,76 \text{ m}^2$ , spojovací rozměr 1050 mm, hmotnost 36,5 kg, kapalinový obsah 1,57 l, maximální přetlak teplotonosné kapaliny 600 kPa. Celková účinná plocha nového solárního pole bude  $63,36 \text{ m}^2$ .

Bilance solární soustavy (včetně původních kolektorů)	
Měrný energetický zisk ze solární soustavy .....	$q_{ss,u} = 1139 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$
Měrný energetický zisk ze solární soustavy (36 kolektorů) .....	$Q_{ss,u} = 94728 \text{ kWh.a}^{-1}$
Solární pokrytí (podíl solární soustavy) (36 kolektorů) .....	$f = 36,5 \%$

Topným médiem v primárním okruhu solárního systému bude nemrznoucí antikorozi kapalina na bázi monopropylenglykolu s nízkým bodem tuhnutí. Nezámrzná teplota kapaliny musí být  $-32^\circ\text{C}$ . Před-

pokládána životnost kapaliny je 10 let. Doporučuje se jednou za dva roky provádět kontrolu kapaliny na nezámrznou teplotu a měření parametru pH pro kontrolu životnosti. Nemrznoucí kapalina nesmí uniknout do kanalizace! Proto je nezbytně nutné přepad od pojistného ventilu solárního systému svést do zvláštní polyetylénové nádoby, která bezpečně pojme celý uniklý objem z instalovaného solárního systému. V tomto případě to je 507 l. Vhodnou nádobou je například IBC kontejner na 600 l z HDPE na plastové paletě s venkovním výztužným kovovým rámem. Nádoba musí mít homologaci UN 31HA1/Y, aby byl vhodný pro skladování olejů a nebezpečných látek dle ADR.

### Pojistné a expanzní zařízení:

Solární soustava bude zabezpečena rohovým pružinovým pojistným ventilem DN 25 (otevírací přetlak 550 kPa) a membránovou expanzní nádobou o objemu 600 litrů určenou pro uzavřené solární, topné a chladicí soustavy plněné glykolovými a lihovými směsi do 50 % (závitové připojení DN 25, membrána dle DIN EN 13831, dovolená provozní teplota 70 °C, schváleno ve smyslu evropské směrnice pro tlaková zařízení 2014/68/EU). Před expanzní nádobou bude na expanzním potrubí instalována armaturní sestava umožňující její seřizování a servis s kulovým uzavíracím ventilem DN 25, vypouštěcím kohoutem DN 15 a ukazovacím manometrem s rozsahem 0 – 600 kPa.

### *Stanovení jednotlivých tlaků pro nastavení membránové expanzní nádoby:*

Manometrická rovina je uvažována ve výši 1,5 m nad úrovní podlahy v kotelně.

### *Nejvyšší dovolený přetlak soustavy (=otevírací přetlak)*

$$p_{hdov} = p_{ot} = 550 \text{ kPa}$$

### *Nejvyšší provozní přetlak soustavy*

$$p_h = 500 \text{ kPa}$$

### *Provozní přetlak soustavy*

$$p_s = 400 \text{ kPa}$$

### *Nejnižší pracovní přetlak soustavy*

$$P_d = 250 \text{ kPa}$$

### *Nejnižší dovolený přetlak soustavy*

$$P_{ddov} \geq 1,1 (h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} + p) = 1,1 (12,6 \cdot 1014 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 100) = 249 \text{ kPa}$$

### *Určení velikosti membránové expanzní nádoby podle ČSN 06 0830:*

Celkový objem navržené otopné soustavy .....  $V_o = 507 \text{ l}$

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n \cdot 1/\eta \cdot k_{sol} = 1,3 \cdot 507 \cdot 0,08035 \cdot 1/1,21 \cdot 12,20 = 533,96 \text{ l}$$

$$\eta = (p_{hdov} - p_d) / p_d = (550 - 249) / 249 = 1,21$$

Navržená membránová expanzní nádoba o objemu 600 l vyhovuje.



Nucený oběh teplotnosného média v primárním okruhu solárního systému bude zajišťovat teplovodní oběhové čerpadlo. Stávající oběhové čerpadlo nemá dostatečný výkon a bude ho nutné vyměnit. Nové čerpadlo musí mít následující výkonové parametry:

Nominální hmotnostní průtok .....  $m_{\text{požadované}} = 4320 \text{ kg.h}^{-1}$   
Dispoziční tlak při nominálním průtoku .....  $\Delta p_{(4320)} = 61,24 \text{ kPa}$

Vhodným čerpadlem je například Grundfos typ MAGNA3 32-80 ( $P_1 = 136 \text{ W}$ ;  $I_N = 1,19 \text{ A}$ ;  $U = 230 \text{ V}$ ;  $50 \text{ Hz}$ ). Čerpadlo je nutné při uvedení solárního systému do provozu seřadit tak, aby průtok dosáhl požadovaných nominálních hodnot. Nadprůtok nebo podprůtok je nevhodný.

## 06. Potrubí

Potrubí nového primárního solárního okruhu bude z měděných trub polotvrdých jakosti F 25 určených pro rozvody ústředního vytápění spojovaných výhradně tvrdým pájením. Alternativně lze použít spojování potrubí speciálními lisovacími tvarovkami. Dimenze všech úseků potrubí jsou určeny ve výkresové části projektové dokumentace.

Rozvody solárního systému vedené nad střechou objektu volně ve venkovním prostředí budou opatřeny tepelnou izolací se stěnou silnou 19 mm (označeno na výkresech pro provedení stavby). Bude použita tepelná izolace na bázi syntetického kaučuku (EPDM bez PVC a FCKW) s UV filtrem. Požadované tepelně technické vlastnosti izolace: teplotní rozsah použití od  $-50^\circ\text{C}$  do  $+175^\circ\text{C}$ , součinitel tepelné vodivosti  $\lambda_{+40^\circ\text{C}} = 0,042 \text{ W.m}^{-1}\text{K}^{-1}$ ,  $\lambda_{0^\circ\text{C}} = 0,038 \text{ W.m}^{-1}\text{K}^{-1}$ , faktor difuzního odporu vodních par  $\mu \geq 4.500$  (podle DIN EN 13469), požární vlastnosti E - při ohni nekapající, index hořlavosti (CH) : 5.2 těžce vznětlivý. Montáž izolace musí být provedena přesně podle předpisu výrobce. Spoje musí být lepené! Pro lepení a čištění spojů musí být použito výrobcem doporučené lepidlo a čisticí prostředek. Ostatní volně vedené rozvody solárního systému v budově budou opatřeny tepelnou izolací se stěnou silnou 20 mm (označeno na výkresech pro provedení stavby). Budou použita izolační pouzdra z minerální vlny chráněná povrchovým kaširováním zesílenou hliníkovou fólií se samolepícím přesahem na podélném spoji, která chrání proti kondenzaci. Požadované tepelně technické vlastnosti izolace: teplotní rozsah použití od  $-50^\circ\text{C}$  do  $+200^\circ\text{C}$ , součinitel tepelné vodivosti  $\lambda_{+50^\circ\text{C}} = 0,037 \text{ W.m}^{-1}\text{K}^{-1}$ ,  $\lambda_{10^\circ\text{C}} = 0,034 \text{ W.m}^{-1}\text{K}^{-1}$ , požární vlastnosti A2<sub>L</sub> - nehořlavý. Montáž izolace musí být provedena přesně podle předpisu výrobce.

**POZOR!!!** Při montáži potrubí je nutné počítat s prostorem potřebným pro bezproblémovou montáž tepelné izolace a přizpůsobit tomu vzdálenosti mezi jednotlivými rozvody a přilehlými konstrukcemi!!! Pokud to v odůvodněných případech bude nutné, je možné potrubí rozvodů topného média izolovat dohromady jako svazek potrubí. Vždy je však nutné dodržet předepsanou minimální tloušťku tepelné izolace.

## 07. Zařízení pro ohřev bazénové vody

Bazénová voda je ohřívána celonerezovými trubkovými spirálovými výměníky tepla. Výměníky jsou nainstalovány do série ke stávajícím výměníkům, které jsou používány pro ohřev bazénové vody topnou vodou připravovanou v plynové kotelně. Pro ohřev bazénové vody bude používáno přednostně teplo ze solárních kolektorů.

Regulaci celého systému bude zajišťovat stávající řídicí systém AMiT. Je nezbytně nutné, aby veškeré úpravy stávajícího regulačního systému provedla servisní firma, která ho navrhla. Jedná se o firmu VT BRNO – kontaktní osoba Ing. Jan Peloušek (mobil: +420 777626006).

## 08. Statické posouzení

### Stručný popis objektu:

Objekt, který byl postaven v osmdesátých letech dvacátého století, má poměrně členitý půdorys sestavený z jednotlivých obdélníků rozdílné šířky a délky. Nosnou konstrukci jednotlivých částí tvoří příčné rámy kombinující dřevěné prvky zastřešení s ocelovými a s dřevěnými sloupy. V krajní části u jihozápadního štítu, kde mají být nově umístěny solární panely, tvoří nosnou konstrukci objektu příčné dřevěné rámy rozmístěné v osových vzdálenostech 3,300 m. Délka této části je na straně k ulici 10,310 m (tři moduly po 3,300 m), druhé straně je délka krajní části o jeden modul a celkem o 3,500 m větší. Šířka krajní části objektu je 22,420 m. Lepené dřevěné rámy vytvářející sedlovou střechu mají ve střední části o délce 8,200 m pouze minimální sklon do 5 %, krajní části o délce 2,320 m mají sklon 200 % (cca 63°). Rámové příčle jsou z lepeného profilu 150 x 580 mm, stojky jsou částečně zazděny, a proto nebylo možno jejich průřez zjistit. Vlastní střešní konstrukce je sestavena z vaznic osazených shora na rámové příčle. Podhled je z palubek a krytina je plechová falcová na celoplošném bednění. V prostoru mezi podhledem a horním bedněním je uložena tepelná izolace. Přesnou skladbu střechy bez destrukčních zkoušek nelze zjistit, lze ale předpokládat, že celková plošná tíha střešní konstrukce nepřesáhne  $0,50 \text{ kN.m}^{-2}$ .

Při prohlídce objektu nebyly zjištěny na nosných konstrukcích žádná viditelná poškození ani jiné znaky statických poruch. Stav objektu odpovídá jeho stáří a pravidelně prováděné údržbě.

### Osazení solárních kolektorů:

Solární panely budou osazeny na obě poloviny střechy. Jedna polovina střešní roviny je skloněná k jihu a druhá, která je oddělena zvýšeným hřebenem k severu. Solární panely bude tudíž nutno na střešní konstrukci osadit prostřednictvím kovových polohovacích konstrukcí, aby bylo možno upravit jejich polohu (sklon a natočení). Jelikož je velice obtížné prokázat stávající únosnost střešní konstrukce mezi jednotlivými příčnými rámy, je třeba opřít podpěrné konstrukce o střechu v místech příčných ráků.

Modulová velikost jednotlivých panelů je 1040 mm x 2009 mm a jejich hmotnost bez náplně je 36,5 kg. Celková tíha připadající na jeden solární panel včetně náplně, připojovacího potrubí a podpěrné konstrukce dosáhne cca 0,50 kN.

Solární panely v celkovém počtu 36 kusů je možné umístit ve čtyřech řadách (dvě řady na každou stranu střešní konstrukce) po 9 kusech panelů v jedné řadě nebo ve třech řadách po 12 kusech (jedna řada na jižní straně a dvě řady na severní straně střechy). Při obou způsobech instalace se solární kolektory na střechu bezpečně vejdou. Z hlediska vzdálenosti od hran střechy, pohledové exponovanosti a také z hlediska zatížení větrem se jeví vhodnější varianta ve třech řadách po 12 kusech. Při tomto způsobu osazení bude každý z dvojice středních příčných ráků přenášet třetinu zatížení solárními panely a oba krajní příčné rámy jednu šestinu zatížení solárními panely.

### Vlastní statické posouzení:

Jelikož není k dispozici původní statický výpočet nosné konstrukce bazénu, je třeba určit, na jaké zatížení byla střešní konstrukce dimenzována. Město Český Krumlov leží ve II. sněhové oblasti a v době zpracování projektové dokumentace bazénu (osmdesátá léta) byla normové zatížení sněhem na střeše s malým sklonem stanoveno pro tuto oblast na  $s_0 = 0,70 \text{ kN.m}^{-2}$ , protože ale tíha střešní konstrukce nepřesahuje  $0,50 \text{ kN.m}^{-2}$ , bylo nutno tuto hodnotu přenásobit součinitelem 1,20.

V současné době lze podle interaktivní mapy zjistit, že charakteristické zatížení sněhem na zemi je dané lokalitě  $s_k = 0,88 \text{ kN.m}^{-2}$ , a zatížení na střeše s malým sklonem je po vynásobení součinitelem 0,80  $s_n = 0,80 \times 0,88 = 0,70 \text{ kN.m}^{-2}$ , což zcela odpovídá zatížení sněhem pro danou lokalitu používanou v době projektování bazénu. Protože ale není potřebné v současnosti zvyšovat zatížení sněhem z důvodu nízké plošné tíhy střešní konstrukce a navíc celkové stálé zatížení po instalaci solárních panelů se v posuzované části střechy zvýší, je minimální hodnota rezervy v únosnosti střešní konstrukce  $0,14 \text{ kN.m}^{-2}$ . Skutečná rezerva bude vyšší. Zjištěnou rezervu lze ale použít pouze pro posouzení příčných rámců z lepených profilů.

Při umístění solárních panelů v řadě po devíti kusech připadá na jeden vnitřní příčný rám zatížení od jedné řady o tíze trojice solárních panelů, tedy o tíze  $Q_n = 3 \times 0,50 = 1,50 \text{ kN}$ . Příčné rámy jsou od sebe vzdáleny 3,300 m, takže rezerva v únosnosti dosáhne při osově vzdálenosti řad 3,300 m hodnoty  $R_n = 0,14 \times 3,300 \times 3,300 = 1,52 \text{ kN}$ , což je více než přírůstek zatížení. Pokud by bylo nutno osadit obě řady blíže k sobě, bylo by třeba provést zpřesňující rozvahu. Jelikož je ale šířka střešní roviny 8,200 m, je celková rezerva v únosnosti střechy pro osazení solárních panelů ve dvou řadách po devíti panelech z každé strany určitě dostatečná.

Příčle nosných rámců jsou nejvíce namáhány uprostřed rozpětí (pod hřebenem) a v místech napojení rámových příčlí na stojky (v rámových rozích). Solární panely budou osazeny v místech tzv. nulových momentů, což vyvolá menší přírůstek napětí než v případě osazení solárních panelů doprostřed na hřeben. Po osazení solárních panelů nedojde k nárůstu teoretického zatížení sněhem. Může ale docházet k hromadění sněhu vlivem rozdílného proudění větru (vytváření návějí). Pokud by za extrémních situací došlo k hromadění sněhu na střešní konstrukci a tíha nahromaděného sněhu by významně překročila návrhovou normovou hodnotu ( $0,70 \text{ kN.m}^{-2}$ ), bylo by třeba sníh ze střechy odstranit.

Osazením solárních panelů se změní pouze minimálně reliéf střešní konstrukce a tedy i zatížení střechy objektem větrem. Vítr bude ale významně působit na instalované solární panely, které budou z důvodu maximálních tepelných zisků osazeny šikmo ke střešní rovině. Lokální zatížení větrem může vzhledem k charakteru okolního terénu dosahovat maximálně hodnoty  $w_n = 0,30 \text{ kN.m}^{-2}$  a při uvažování součinitele tvaru  $C_w = 1,40$  a ploše jednoho panelu cca  $2,000 \text{ m}^2$ , může vztaková (sací) síla působící na jeden solární panel dosáhnout až hodnoty  $W_n = 0,84 \text{ kN}$ , což je více než tíha jednoho solárního panelu a konstrukci se solárními panely bude tudíž nutno kotvit.

Ze statického hlediska je výhodnější kotvení podpěrné konstrukce do rámových příčlí z dřevěných lepených profilů. Při tomto způsobu kotvení ale nutně dochází k porušení celistvosti stávajícího střešního pláště a místa kotvení je třeba dodatečně utěsnit.

Alternativním způsobem kotvení je přitížení podpěrné konstrukce osazené na nepoškozenou střešní krytinu pomocí betonových dlaždic nebo bloků. Navržené přitížení musí být větší, než je vztaková

síla zmenšená o vlastní tíhu solárních panelů s podpěrnou konstrukcí, tedy více jak 0,34 kN (= 0,84 – 0,50) na jeden solární panel.

Vzhledem k tomu, že jsou oba vnitřní příčné rámy využity z hlediska únosnosti téměř dvakrát více než oba krajní rámy, je třeba umístit přetížení pouze nad oba krajní rámy a zajistit stabilitu systému dostatečně tuhou podpěrnou konstrukcí. Návrh podpěrné konstrukce bude vycházet z požadovaného rozmístění řad a z natočení jednotlivých solárních panelů a z použitého způsobu ukotvení do střešní konstrukce (volné položení s přetížením nebo kotvení pomocí dlouhých vrutů skrze střešní krytinu).

Pro zajištění stability bude vhodné jednotlivé podpěrné konstrukce spolu vzájemně propojit pomocí táhel nebo vzpěr. Též bude nutno dorešit způsob provedení propojovacího potrubí pro medium mezi jednotlivými řadami a jeho napojení na rozvody uvnitř objektu. Použití pevných spojek může zvýšit celkovou stabilitu systému, při použití flexibilních spojek zase nehrozí poškození potrubí v důsledku drobných posunů a deformací systému.

Solární systém lze na zvolenou část střešní konstrukce bazénu bezpečně osadit. Osazení solárních panelů na jihozápadní části střechy nijak neohrožuje stabilitu objektu a ani jeho jednotlivých nosných prvků.

Statické posouzení vypracoval Ing. Ing. Jan Honner (ČKAIT 0100110) - autorizovaný inženýr pro obor mosty a inženýrské konstrukce.

## 09. Způsob osazení nových solárních kolektorů na střechu

Při výrobě podpěrné konstrukce budou v maximální míře využity prvky sejmuté z budovy Městského úřadu Český Krumlov v Kaplické ulici. Základem budou ocelové nosníky HE-A 140, které budou nařezány na potřebné délky a budou vzájemně propojeny sešroubováním přes oboustranně přiložené desky z pásové oceli 100x800x4,0 mm.

Ocelové nosníky HE-A 140 budou uloženy na roznášecích podkladních betonových dlaždicích 400x400x40 mm. Dlaždice musí být položeny na pružné pryžové podložce tloušťky 5,0 mm. Stejným způsobem musí být uloženy ocelové nosníky na dlaždicích. Ocelové nosníky budou navíc nasazeny na ocelové trny  $\varnothing$  6,0 mm, které budou do dlaždic upevněny chemickou kotvou.

Také kovová rámová nosná konstrukce pro osazení solárních kolektorů bude sestavena z původních prvků sejmutých z budovy Městského úřadu. Nosná konstrukce bude přišroubována k ocelovým nosníkům HE-A 140 a bude řádně zavětrována ocelovými lanky podle pokynů výrobce.

Po úplném dokončení montáže budou podpěrné konstrukce osazené na nepoškozenou střešní krytinu přetíženy pomocí betonových dlaždic nebo bloků tak, aby přetížení bylo větší, než je vztaková síla zmenšená o vlastní tíhu solárních panelů s podpěrnou konstrukcí, tedy více jak 0,34 kN (= 0,84 – 0,50) na jeden solární panel.

## 10. Podmínky záruky na projektovou dokumentaci

Všechny výrobky, materiály a hodnoty uvedené v tomto projektu jsou závazné. Pokud bude prováděcí firma chtít zaměnit navržený materiál nebo technologii, musí doložit, že jí navrhované materiály nebo technologické vybavení má stejné nebo lepší parametry než předepisuje projektová dokumentace. Každou záměnu musí písemně odsouhlasit nejen autorský dozor, ale také investor. Ke každé záměně také musí být vypracována podrobná kalkulace vícenákladů a méněnákladů, která rovněž musí být písemně odsouhlasena autorským dozorem i investorem.

Při realizaci stavby je nutné provádět autorský dozor (nejlépe projektantem).

Vyčištění a propláchnutí soustavy bude provedeno podle ČSN 06 0310 a tato práce je nedílnou součástí dodávky profese ústředního vytápění. Provozní zkoušky lze provádět pouze po úspěšně vykonané zkoušce těsnosti. Zkoušky těsnosti a provozní jsou součástí dodávky dodavatele otopné soustavy.

Nastavení všech regulačních prvků smí být provedeno až po pročištění a tlakové zkoušce celé soustavy. Všechny zkoušky musí být provedeny tak, jak jsou popsány v této technické zprávě nebo v příslušných ČSN. Jiný způsob není přípustný. Až do úspěšného dokončení tlakových zkoušek musí být všechny části zkoušených rozvodů přístupné a viditelné! Při tlakových zkouškách, proplachování a pročišťování musí být přítomen autorský nebo stavební dozor, který provede zápis do stavebního deníku. O vyregulování soustavy musí být prováděcí firmou vypracován protokol, který je nedílnou součástí díla a musí být investorovi předán při dokončení stavby.

Pokud nebudou dodrženy výše uvedené podmínky a autorský dozor nedá souhlas s uvedením systému ústředního a podlahového vytápění do provozu, zaniká záruka poskytovaná na projektovou dokumentaci.

V Českém Krumlově 10. října 2019

*Karel Kotyza*

