



Ing. Václav Losík, Ph.D.

Osadní 324/12a

170 00 Praha 7 — Holešovice

Statické posouzení možnosti nástavby FVE instalcí
Gymnázium Dašická

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Stavebně konstrukční posouzení

Investor

Krajský úřad Pardubického kraje

adresa: Komenského nám. 125, 532 11 Pardubice

Identifikace objektu

Statické posouzení možnosti nástavby FVE instalací

adresa/parcela: Gymnázium Dašická

Projektant stavebně konstrukčního řešení

Losík statika, s.r.o.

IČ: 06771882

adresa: Osadní 324/12a, 170 00 Praha 7 - Holešovice

tel.: +420 775 056 365

Odpovědný projektant: Ing. Václav Losík, Ph.D. ČKAIT: 1201749

Hlavní inženýr projektu: Ing. Daniel Marek

Číslo projektu: 2023113

1. Popis objektu

Předmětem dokumentace je posouzení přetížení stávající konstrukce střech areálu školy.



2. Zatížení

Stálé: vlastní tíha, skladba střešní konstrukce, FV panely

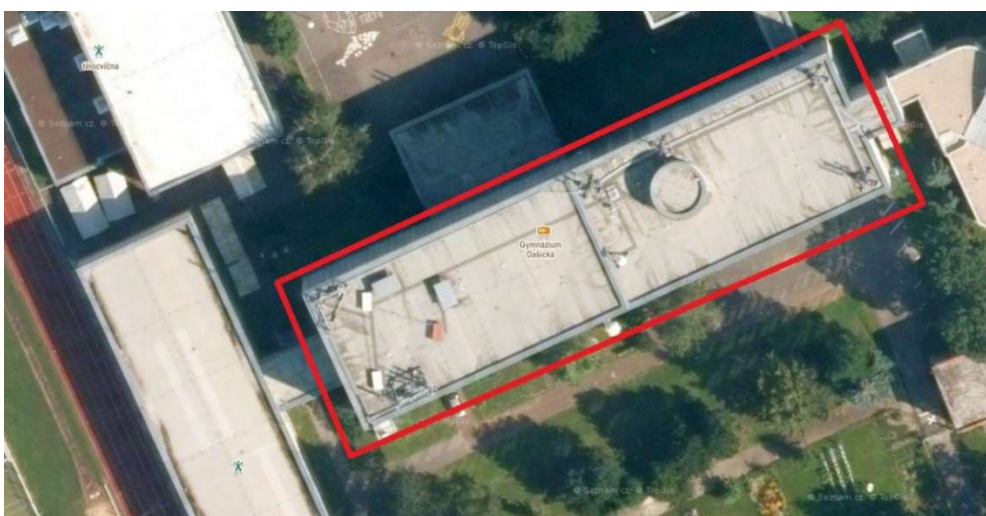
Proměnné: Klimatické - zatížení sněhem: dle lokality stavby v I. sněhové oblasti
 odpovídající hodnota $s_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$
 (dle clima-maps/snehovamapa/)

- zatížení větrem: dle lokality stavby v II. větrné oblasti
- dle lokality stavby s II. kategorií terénu

FV panely $22,0 \text{ kg/m}^2$

3. Posouzení konstrukcí

3.1 Objekt A - Škola



Objekt je železobetonový skelet se stropy z prefabrikovaných panelů. Půdorysně má objekt rozměry $72,0 \times 18,0 \text{ m}$, rastr sloupů je $3,0 \times 6,9 \text{ m}$, vnitřní sloupy v roztečích 6 m .

Prefabrikované panely délky $6,2 \text{ m}$ jsou typu L1b HK-65. Panely jsou uloženy na průvlaky RZP 155-600 (rozpon $6,0 \text{ m}$), resp. 16-6AE-1 (rozpon $3,0 \text{ m}$).



Uvažované rozmístění FV panelů

Nosné prvky střešní konstrukce jsou stejné jako na nižších podlažích, ve střešní konstrukci je tak dostatečná rezerva v kapacitě zatížitelnosti pro umístění FV panelů.

FV panely jsou předpokládány jako kotvené přitěžováním. Nutné přitížení je 330 N/m^2 , na jeden FV panel s rozměry $2,1 \times 1,05 \text{ m}$ je tak nutné přitížení minimálně 75 kg.

Bylo uvažováno se sklonem FV panelů 10° a tomu odpovídajícímu přitížení větrem a sněhovými návěji.

Zatížení konstrukce FV panely s uvážením všech relevantních souvisejících přitížení je o 19% vyšší, ve srovnání se současným stavem. **Střešní konstrukce je na toto přitížení vyhovující.**

Střešní skladba je měkká – tepelná izolace EPS 100S, na které je tenká PVC hydroizolace. Nosnost samotné tepelné izolace je dostatečná, ale při lokálním přitížení dochází k výrazným deformacím. Pokud nebude navrženo relevantní řešení kontaktního osazení konstrukce na skladbu střechy, velmi pravděpodobně dojde k porušení hydroizolace.

Je nutno osazení konstrukce FV panelů na skladbu střechy vyřešit takovým způsobem, který bude minimalizovat deformace skladby střechy a tím pravděpodobnost porušení hydroizolace.

Především v rozích pomocné konstrukce, kde je možnost porušení hydroizolace nejrizikovější, je nutno zajistit dostatečnou tuhost střešního pláště.

V západní štítové stěně dochází k pomalému sedání budovy – projevují se zjevné trhliny, propisují se nosné prvky – sloupy, průvlaky. Trhliny kolem středových sloupů štítové stěny jsou zjevné ve všech patrech budovy. Jen v místech, kde byla provedena nová omítka před cca 2 lety se trhliny prozatím neprojevily.

Je důrazně doporučeno zajistit sledování rozvoje trhlin statikem a v případě jejich dalšího rozvoje je nutno navrhnout přiměřená statická opatření.

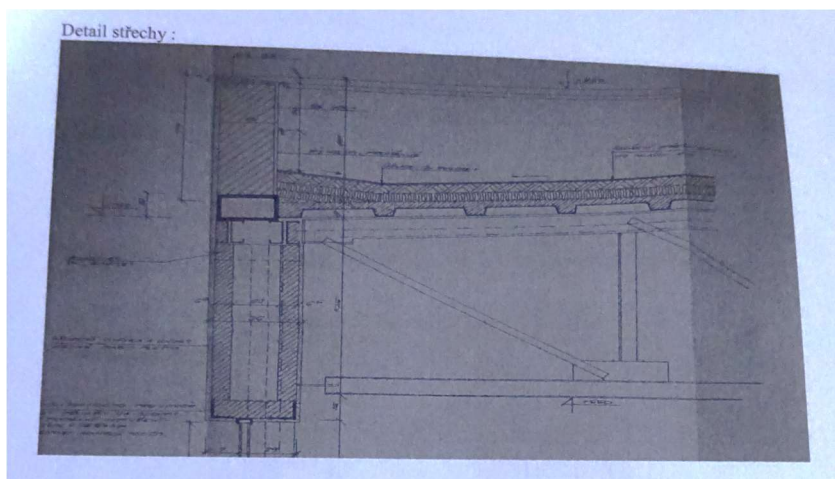
Na případné umístění FV panelů na střešní konstrukci ale nemá tato konstrukční vada vliv.

3.2 Objekt A - Tělocvična



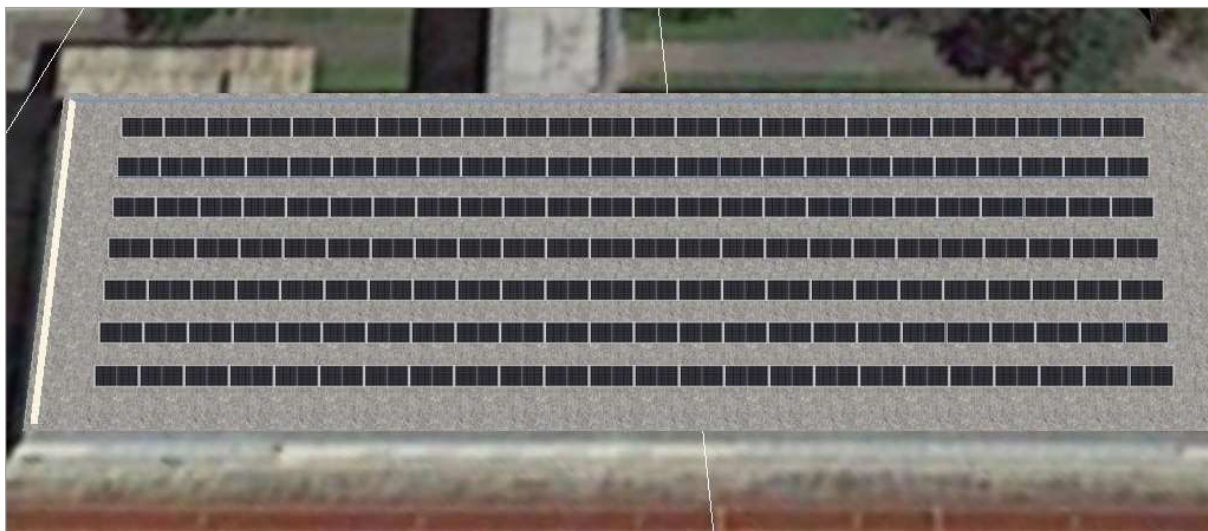
Nosná konstrukce objektu je ocelová – příhradové vazníky vynášejí ocelové sloupy. Jedná se o halový objekt systému BAUMS s rozponem 15 m s vazníky á 3 m.

Dle projektové dokumentace střešní plášť tvoří stropnice, SD desky a vrstva monolitického betonu 40 mm nad horní okraj plechu s výztuží. Další vrstvy jsou tepelná izolace, roznášecí vrstva a vodotěsná krytina.



Vizuální prohlídkou nebyly zjištěny žádné zásadní vady nosné konstrukce.

Posuzovány byly vazníky, stropní desky „SD“ a sloupy. Při posouzení nosnosti jednotlivých prvků byly uvažovány hodnoty uvedené pro prvky systému BAUMS-75. Nosnost byla ověřena také ve výpočtovém programu.



Uvažované rozmístění FV panelů

Bylo uvažováno se sklonem FV panelů 10° a tomu odpovídajícímu přetížení větrem a sněhovými návěje.

FV panely jsou předpokládány jako kotvené přítěžováním. Nutné přetížení je 330 N/m^2 , na jeden FV panel s rozměry $2,1 \times 1,05 \text{ m}$ je tak nutné přetížení minimálně 75 kg. Rozmístěné panely zabírají 60% plochy zatěžovací šířky posuzovaného vazníku.

Zatížení po přetížení konstrukce FV panely překročilo nosnost vazníků o 27%.

Zatížení po přetížení konstrukce FV panely překročilo nosnost stropních desek o 14%.

Sloupy jsou i po přetížení konstrukce FV panely vyhovující.

Konstrukce není po přetížení FV panely vyhovující.

V tomto případě není relevantní navrhovat zesílení konstrukce, vzhledem k tomu, že nejsou vyhovující ani stropní desky, které vynášejí skladbu střechy, teoretické řešení by bylo například zkrátit rozpon stropních desek (a tím i zatěžovací šířku stávajících vazníků) vložením nových vazníků. Toto řešení by ale prakticky znamenalo totální rekonstrukci objektu.

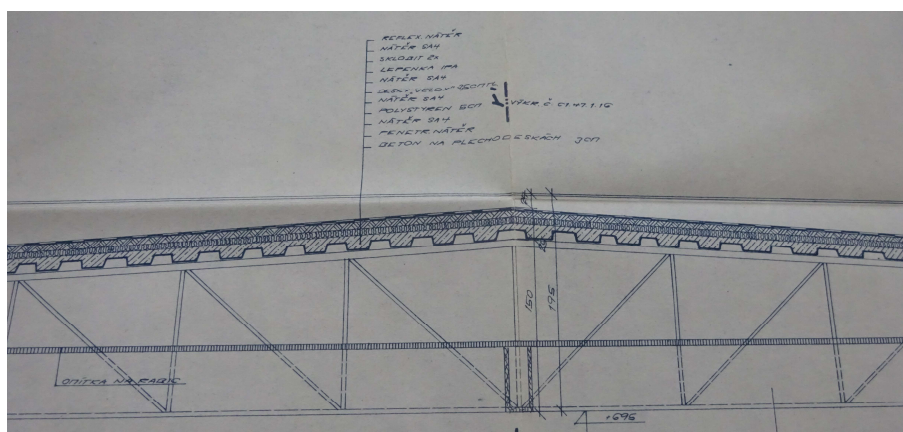
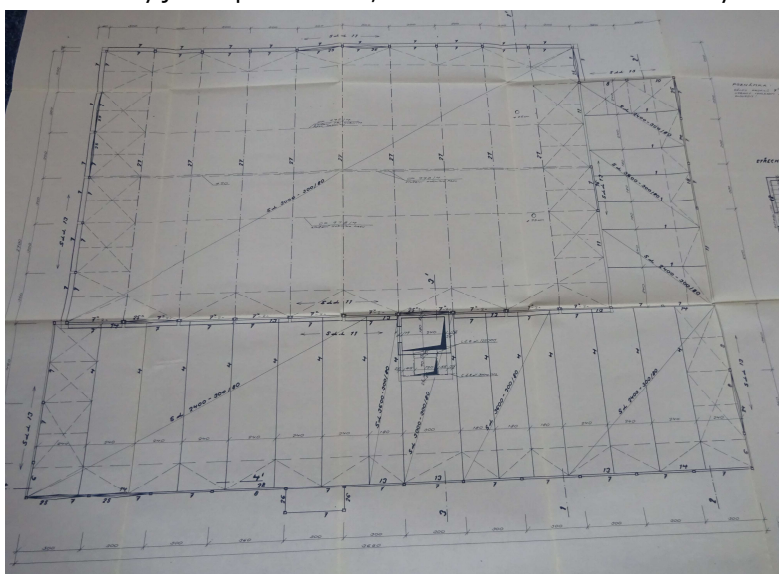
Bez nutnosti zesilování nosné konstrukce je možné střechu osadit pouze flexibilními fotovoltaickými panely. V tomto případě se předpokládá umístění panelů bez odsazení od konstrukce, sklon panelů bude kopírovat sklon střechy.

3.3 Objekt B – Jídelna – hlavní část



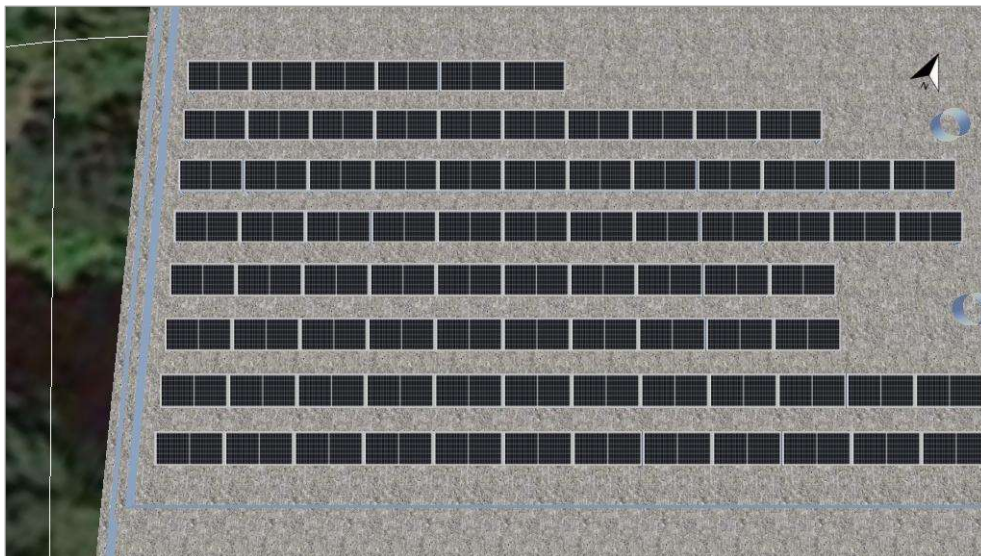
Nosná konstrukce objektu je ocelová – příhradové vazníky vynášejí ocelové sloupy. Jedná se o halový objekt systému BAUMS s rozponem 18 m s vazníky á 3 m.

Dle projektové dokumentace střešní plášť tvoří stropnice, SD desky a vrstva monolitického betonu 40 mm nad horní okraj plechu s výztuží. Další vrstvy jsou tepelná izolace, roznášecí vrstva a vodotěsná krytina.



Vizuální prohlídkou nebyly zjištěny žádné zásadní vady nosné konstrukce.

Posuzovány byly vazníky, stropní desky „SD“ a sloupy. Při posouzení nosnosti jednotlivých prvků byly uvažovány hodnoty uvedené pro prvky systému BAUMS-75. Nosnost byla ověřena také ve výpočtovém programu.



Uvažované rozmístění FV panelů

Bylo uvažováno se sklonem FV panelů 10° a tomu odpovídajícímu přetížení větrem a sněhovými návěji.

FV panely jsou předpokládány jako kotvené přítěžováním. Nutné přetížení je 330 N/m^2 , na jeden FV panel s rozměry $2,1 \times 1,05 \text{ m}$ je tak nutné přetížení minimálně 75 kg . Rozmístěné panely zabírají 60% plochy zatěžovací šířky posuzovaného vazníku.

Zatížení po přetížení konstrukce FV panely překročilo nosnost vazníků o 37%.

Zatížení po přetížení konstrukce FV panely překročilo nosnost stropních desek o 21%.

Sloupy jsou i po přetížení konstrukce FV panely vyhovující.

Konstrukce není po přetížení FV panely vyhovující.

V tomto případě není relevantní navrhovat zesílení konstrukce, vzhledem k tomu, že nejsou vyhovující ani stropní desky, které vynášejí skladbu střechy, teoretické řešení by bylo například zkrátit rozpon stropních desek (a tím i zatěžovací šířku stávajících vazníků) vložením nových vazníků. Toto řešení by ale prakticky znamenalo totální rekonstrukci objektu.

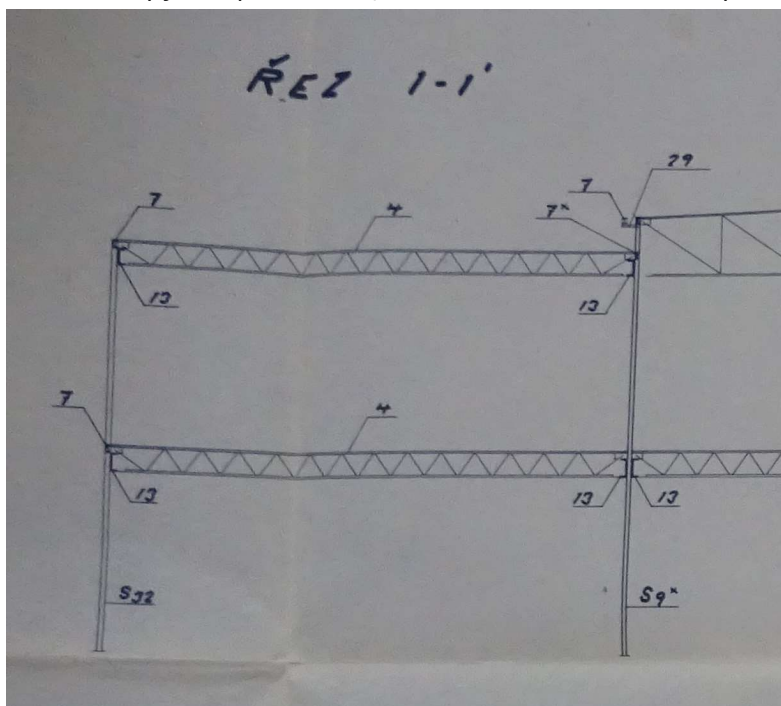
Bez nutnosti zesilování nosné konstrukce je možné střechu osadit pouze flexibilními fotovoltaickými panely. V tomto případě se předpokládá umístění panelů bez odsazení od konstrukce, sklon panelů bude kopírovat sklon střechy.

3.4 Objekt B – Jídelna – část chodba/zázemí



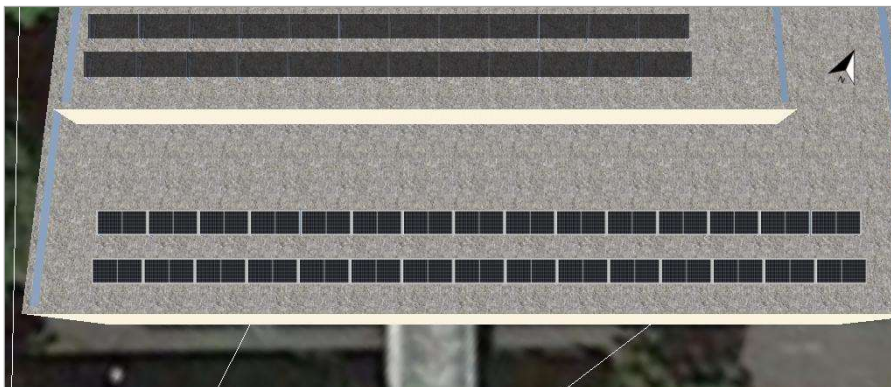
Nosná konstrukce objektu je ocelová – příhradové příhradové nosníky vynášejí průvlaky a ocelové sloupy. Jedná se o halový objekt systému BAUMS s rozponem 9 m nosníky jsou v rozteči 2,4 m.

Dle projektové dokumentace střešní plášť tvoří stropnice, SD desky a vrstva monolitického betonu 40 mm nad horní okraj plechu s výztuží. Další vrstvy jsou tepelná izolace, roznášecí vrstva a vodotěsná krytina.



Vizuální prohlídkou nebyly zjištěny žádné zásadní vady nosné konstrukce.

Posuzovány byly nosníky, stropní desky „SD“ a sloupy. Při posouzení nosnosti jednotlivých prvků byly uvažovány hodnoty uvedené pro prvky systému BAUMS-75. Nosnost byla ověřena také ve výpočtovém programu.



Uvažované rozmístění FV panelů

Bylo uvažováno se sklonem FV panelů 10° a tomu odpovídajícímu přetížení větrem a sněhovými návěje.

FV panely jsou předpokládány jako kotvené přetížováním. Nutné přetížení je 330 N/m^2 , na jeden FV panel s rozměry $2,1 \times 1,05 \text{ m}$ je tak nutné přetížení minimálně 75 kg . Rozmístěné panely zabírají 40% plochy zatěžovací šířky posuzovaného nosníku.

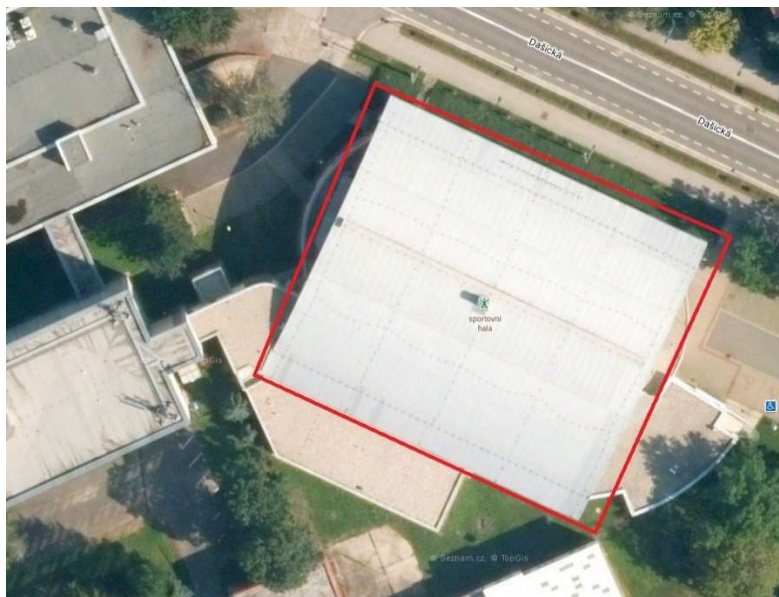
Nosníky, stropní desky „SD“ i sloupky jsou i po přetížení FV panely vyhovující.

Střešní skladba je měkká – tepelná izolace EPS 100S, na které je tenká PVC hydroizolace. Nosnost samotné tepelné izolace je dostatečná, ale při lokálním přetížení dochází k výrazným deformacím. Pokud nebude navrženo relevantní řešení kontaktního osazení konstrukce na skladbu střechy, velmi pravděpodobně dojde k porušení hydroizolace.

Je nutno osazení konstrukce FV panelů na skladbu střechy vyřešit takovým způsobem, které bude minimalizovat deformace skladby střechy a tím pravděpodobnost porušení hydroizolace.

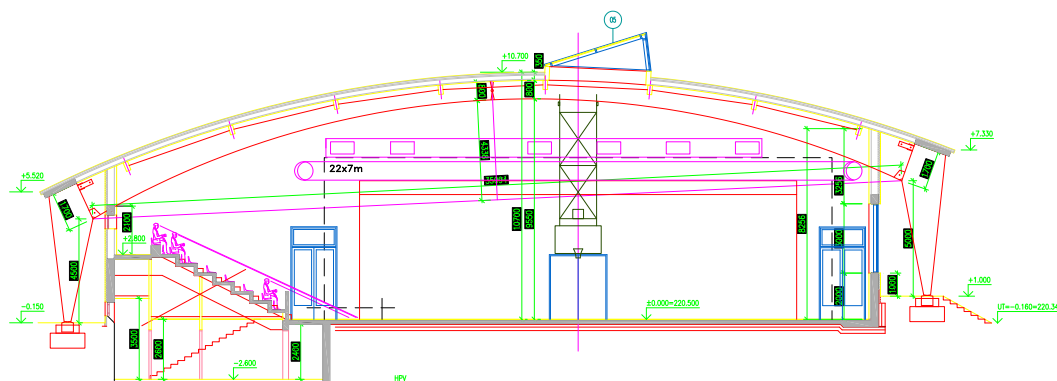
Především v rozích pomocné konstrukce, kde je možnost porušení hydroizolace nejrizikovější, je nutno zajistit dostatečnou tuhost střešního pláště.

3.5 Objekt C – Sportovní hala



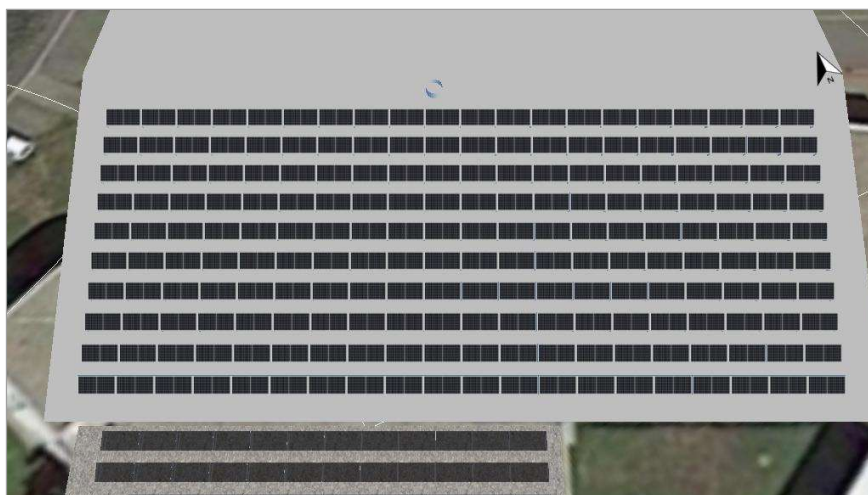
Nosná konstrukce objektu je dřevěná, střešní konstrukci vynáší dřevěný lepený obloukový vazník, podepřený dřevěnými sloupky. Půdorysně je objekt $45,0 \times 40 \text{ m}$. Lepený vazník je výšky $800 - 1700 \text{ mm}$, v rozteči $5,4 \text{ m}$. Výška konstrukce k vrcholu oblouku je cca $11,0$ nad terénem.

Byla dohledána kompletní projektová dokumentace k objektu, ze kterého je zřemá rezerva v kapacitě zatížitelnosti.



Vizuální prohlídkou nebyly zjištěny žádné zásadní vady nosné konstrukce.

Byla srovnána změna vnitřních sil v hlavním nosném rámu před a po osazení konstrukce FV panelů.



Uvažované rozmístění FV panelů

Bylo uvažováno se sklonem FV panelů 20°. V nižší části obloukové střechy tak FV panely kopírují sklon střechy, směrem k vrcholu se postupně úhel mezi sklonem střechy a sklonem FV panelů rozevírá. Směrem k vrcholu tak bylo uvažováno se zvýšeným zatížením větrem a sněhovými návěje.

FV panely jsou předpokládány jako kotvené přímo do konstrukce. Střešní plášť je plechový – na prkenném záklopu, který je vynášen latěmi. Rozmístěné panely zabírají 80% plochy na 1/2 zatěžovací šířky posuzovaného rámu.

Vnitřní síly v nosném rámu se po přitížení FV panely (a relevantním klimatickým zatížením) zvětší přibližně o 9%. V nosném rámu je pro toto přitížení dostatečná rezerva v kapacitě zatížitelnosti.

Hlavní nosný rám i střešní nosníky, vynášející latě a záklop jsou i po přitížení FV panely vyhovující.



Uvažované rozmístění FV panelů

Bylo uvažováno se sklonem FV panelů 10° a tomu odpovídajícímu přetížení větrem a sněhovými návěje.

FV panely jsou předpokládány jako kotvené přitěžováním. Nutné přetížení je 330 N/m^2 , na jeden FV panel s rozměry $2,1 \times 1,05 \text{ m}$ je tak nutné přetížení minimálně 75 kg . Rozmístěné panely zabírají 80% plochy zatěžovací šířky posuzovaného panelu.

Zatížení konstrukce FV panely s uvážením všech relevantních souvisejících přetížení je o 19% vyšší, ve srovnání se současným stavem. **Střešní konstrukce je na toto přetížení vyhovující.**

Horní vrstvu skladby střechy tvoří vrstva kačírku tl. cca 50 mm . Je nutno prověřit hydroizolaci pod kačírkem – vzhledem k lokálnímu přetížení, které může způsobit porušení hydroizolačního souvrství střechy.

Je nutno zajistit dostatečnou tuhost skladby střechy (především tepelné izolace pod hydroizolací), která má přenést lokální přetížení FV panely.

4. Použité podklady a normy

Prohlídka konstrukce (1.3.2023)

Archivní dokumentace

Konstruktivní soustava BAUMS-75 (Ing. Marián Jedlovský, 1979)

ČSN EN 1990 : Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 : Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1992 : Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1993 : Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN EN 1995 : Navrhování dřevěných konstrukcí

ČSN EN 1996 : Navrhování zděných konstrukcí

ČSN ISO 13822 : Hodnocení existujících konstrukcí

ČSN EN 206+A1 : Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

ČSN P 73 2404 : Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda - Doplnující informace

5. Fotodokumentace



Objekt A – škola - trhliny v západní štitové stěně budovy školy



Objekt A – škola - Detail trhliny u sloupu



Objekt A – škola - trhлина u stropního panelu přiléhajícího ke štitové stěně



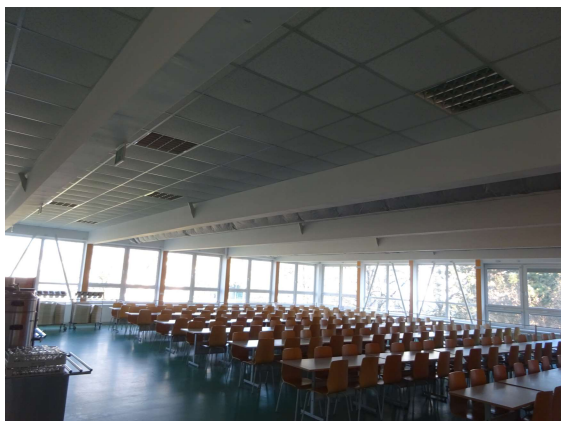
Objekt A – tělocvična - ocelový krov střechy tělocvičny



Objekt A - Plochá střecha tělocvičny



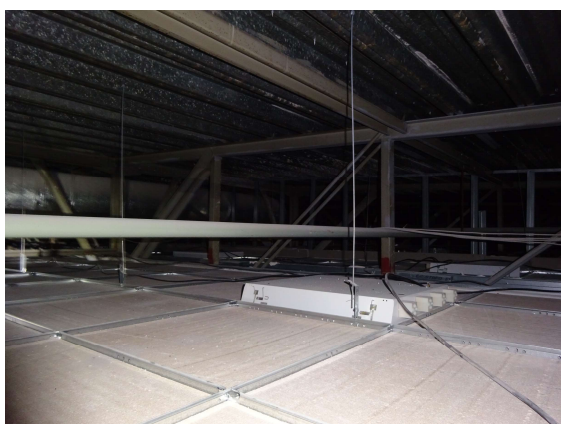
Objekt B - Pohled na střešní plášť jídelny



Objekt B - Jídelna – střešní konstrukce přikryta
podhledem



Objekt B - Pohled střešní konstrukce nižší části
střechy



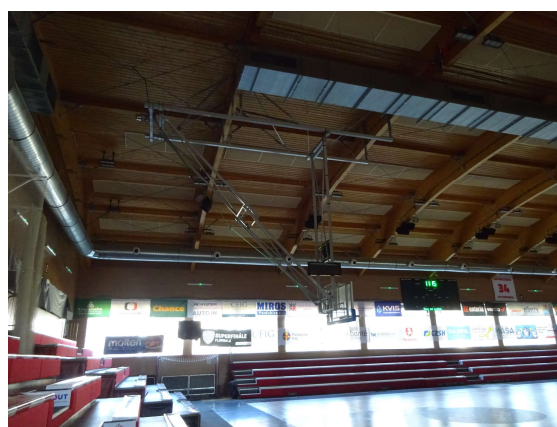
Objekt B - Pohled střešní konstrukce vyšší části
střechy



Objekt B - Pohled na skladbu střechy



Objekt C - Pohled na střešní plášť sportovní haly a
části přístavby šaten



Objekt C - Střešní konstrukce sportovní haly



Objekt C - Střešní konstrukce sportovní haly



Objekt C - Stropní konstrukce přístavby šaten

6. Závěr

6.1 Objekt A - Škola

Střešní konstrukce je vyhovující pro přitížení FV panely.

Je nutno osazení konstrukce FV panelů na skladbu střechy vyřešit takovým způsobem, který bude minimalizovat deformace skladby střechy a tím pravděpodobnost porušení hydroizolace. Pokud nebude navrženo relevantní řešení kontaktního osazení konstrukce na skladbu střechy, **velmi pravděpodobně dojde k porušení hydroizolace.**

6.2 Objekt A - Tělocvična

Střešní konstrukce není vyhovující pro přitížení FV panely.

Není relevantní navrhovat zesílení konstrukce. Možným řešením je návrh nezávislé konstrukce, která bude vynášet pouze FV panely. Konstrukce by byla uložena na ocelových sloupech objektu. V tomto případě nelze vyloučit nutnost zesilování sloupů.

Bez nutnosti zesilování nosné konstrukce je možné střechu osadit pouze flexibilními fotovoltaickými panely. V tomto případě se předpokládá umístění panelů bez odsazení od konstrukce, sklon panelů bude kopírovat sklon střechy.

6.3 Objekt B – Jídelna – hlavní část

Střešní konstrukce není vyhovující pro přitížení FV panely.

Není relevantní navrhovat zesílení konstrukce. Možným řešením je návrh nezávislé konstrukce, která bude vynášet pouze FV panely. Konstrukce by byla uložena na ocelových sloupech objektu. V tomto případě nelze vyloučit nutnost zesilování sloupů.

Bez nutnosti zesilování nosné konstrukce je možné střechu osadit pouze flexibilními fotovoltaickými panely. V tomto případě se předpokládá umístění panelů bez odsazení od konstrukce, sklon panelů bude kopírovat sklon střechy.

6.4 Objekt B – Jídelna – část chodba/zázemí

Střešní konstrukce je vyhovující pro přitížení FV panely.

Je nutno osazení konstrukce FV panelů na skladbu střechy vyřešit takovým způsobem, který bude minimalizovat deformace skladby střechy a tím pravděpodobnost porušení hydroizolace. Pokud nebude navrženo relevantní řešení kontaktního osazení konstrukce na skladbu střechy, **velmi pravděpodobně dojde k porušení hydroizolace.**

6.5 Objekt C – Sportovní hala

Střešní konstrukce je vyhovující pro přitížení FV panely.

Předpokladem posouzení je kotvení FV panelů přímo do střechy objektu (ne kotvení přitížením).

6.6 Objekt C – Sportovní hala – přístavba šaten

Střešní konstrukce je vyhovující pro přitížení FV panely.

Je nutno osazení konstrukce FV panelů na skladbu střechy vyřešit takovým způsobem, který bude minimalizovat deformace skladby střechy a tím pravděpodobnost porušení hydroizolace. Je nutno přihlídnout k hydroizolačnímu souství pod kačírkem, který je horní vrstvou skladby střechy.

V Olomouci 24. července 2023

Ing. Daniel Marek

Seznam příloh

Statický výpočet