

Objednatel : ARKO spol. s r.o.
Jižní 870
500 03 Hradec Králové

Zpracovatel : Ing. Bohumil Rusek
Konstrukční kancelář
Na Konečné 1016
500 09 Hradec Králové

NYMBURK, OKRUŽNÍ 2160, POLIKLINIKA
ZATEPLENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ

D. 1. 2 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

DPS + DVZ

1 Úvodní poznámky

Ing. Jiří Vogel, aut.ing, jednatel firmy ARKO spol. s r.o. požádal Konstrukční kancelář – Ing. Bohumil Rusek – Hradec Králové o vypracování stavebně konstrukčního řešení projektové dokumentace pro provádění stavby – zateplení obvodového pláště objektu polikliniky – čp. 2160 v Okružní ulici v Nymburce.

V oddílu stavebně konstrukční řešení projektové dokumentace je navržen postup oprav a přípravy obvodového pláště pro následné zateplení kontaktním zateplovacím systémem, navrženo řešení poruch v prostoru kompresorovny v 1.NP pavilonu B a posouzena konstrukce lávek na střeších pavilonů pro instalaci vzduchotechnických jednotek.

2 Popis konstrukce pavilonů polikliniky

Objekt polikliniky čp. 2160 v ulici Okružní je čtyřpodlažní objekt půdorysného tvaru T složený ze tří celků A, B, C s rovnou střechou. Část A a B spolu tvoří jeden dilatační celek, část C je dalším samostatným dilatačním celkem.

Podle objednatelům poskytnuté původní projektové dokumentace byl areál polikliniky vyprojektován Zdravprojektem Praha v roce 1978 a realizován v roce 1986.

Konstrukce jednotlivých objektů – dilatačních celků – je shodná. Objekt polikliniky byl postaven z konstrukčního systému montovaného skeletu MS 71.

Konstrukčně se jedná o skeletový rámový systém se sloupy 40/40 cm v osových vzdálenostech 6/6 m. Rámové průvlaky tvoří deskové prefabrikáty tl 25 cm šířky 120 cm na jejichž ozuby jsou uloženy stropní železobetonové dutinové panely stejné tloušťky a šířky (25/120 cm).

Podle předané projektové dokumentace byl na stropních panelech posledního podlaží proveden dvouvrstvý střešní plášť se vzduchovou dutinou odvětranou otvory ve vnitřní straně atiky. Na stropní konstrukci posledního podlaží je uložena tepelná izolace z polystyrénových desek. Druhý – horní plášť je proveden z keramických střešních panelů uložených na spádových klínech vyzděných z cihel CDm.

Střešní krytina je provedena ve složení (shora) :

- odrazový nátěr Reflexol
- živичná krytina (2 x IPA + Bitagit)
- obalovaná drť asfaltem (30 mm)
- penetrační nátěr na keramických panelech

Obvodový plášť je montovaný z keramických pásových parapetních a atikových panelů tl. 30 cm uložených na ozuby krajních obvodových průvlaků. Parapetní panely jsou nadezděny dutými (voštinovými) cihlami. V místech, kde nebylo možno použít prefabrikované parapetní panely, byly parapety vyzděny z dutých nebo voštinových cihel v tl. 30 cm.

Štítové stěny tvoří nosné keramické štítové panely. Dozdívky štítových stěn byly provedeny z plných cihel P 200 na cementovou maltu MC 100 v tl. 30 cm. Na vnitřní straně dozdívek byly přiloženy heraklitové desky tl. 50 mm.

Založení objektů polikliniky bylo provedeno na betonových patkách pod nosnými sloupy. Patky byly podbetonovány tak, aby základová spára byla na únosném podloží. Štítové stěny byly založeny na betonových základových pasech ukončených železobetonovým věncem. Pod podélným obvodovým pláštěm jsou základové pasy provedené ze staveništních prefabrikátů. Vodorovným zatížením namáhané suterénní zdi byly provedeny z bloků se železobetonovými věnci.

Podle původní technické zprávy byl na staveništi proveden geologický průzkum, který klasifikoval základovou zeminu v úrovni základové spáry jako skalní podloží tvořené písčitými slínovci. Nad skalním podložím je málo únosná, silně stlačitelná soudržná zemina, která snadno vysychá, bobtná a je vysoce namrzavá.

Horniny skalního podloží tvoří světle šedé písčité slínovce (opuky) destičkovitě odlučné. Skalní podloží bylo zastiženo většinou v hloubce 1÷2 m pod povrchem původního terénu. V severní třetině rozsáhlého objektu – v prostoru severního konce pavilonu B – bylo skalní podloží zastiženo v hloubce 4÷6 m pod úrovní terénu. Tento přechod od mělce uložených písčitých slínovců skalního podloží do hlubšího přisuzuje geolog umělému zásahu člověka v minulosti – vylámanému prostoru v opukách pro získání kameniva. Tato skutečnost byla příčinou spuštění základové spáry plošných základů až na hloubku cca 6 m pod upravený terén (viz dále v oddílu Návrh odstranění vad v 1.NP v severní části pavilonu B).

3 Vady a poruchy zjištěné na nosných a obvodových konstrukcích objektu

Na všech štítových stěnách a parapetních pásech jednotlivých částí objektu se vyskytují prakticky totožné poruchy (viz fotodokumentace v příloze).

Na obvodovém štítovém zdivu je na mnoha místech opadaný keramický obklad včetně částí mrazem rozrušených dutinových cihel (viz foto č.1÷5).

Parapetní panely jsou na vnějším líci narušeny jemnými svislými trhlinkami, svislé spáry mezi parapetními panely jsou v některých případech otevřené – vypadla výplň spár. Vnější omítka je v některých případech opadaná (viz foto č.6, 7).

Příčinou poruch na štítových obvodových zdech je, podle mého názoru, neodborně provedený keramický obklad. Za obklad se dostala voda – srážková, případně kondenzovaná – a zmrzlá způsobila oddělení obkladu, v mnoha případech narušení a rozpad dutinových cihel.

Doporučuji před aplikací kontaktního zateplovacího panelu snést ze štítových panelů celý keramický obklad, odstranit veškeré části narušených cihel a povrch stěny nejprve prostříknout cementovým mlékem s jemným říčním pískem – „špryc“ – a po jeho zatvrdnutí doplnit správkovou maltou do líce stávající nenarušené omítky. Pokud by vrstva narušeného zdiva a omítky byla více jak 30 mm, bylo by vhodné na stěnu před nanášením omítky připevnit hmoždinkami vyztužující ocelovou síť a odpadlou vrstvu doplnit správkovou maltou nejprve hrubou a uzavřít vrstvou jemné malty.

Před aplikací kontaktního zateplovacího systému je třeba opravit omítku na parapetních panelech. Očištěný betonový povrch panelu je třeba nejprve prostříknout cementovým mlékem s jemným říčním pískem – „špryc“ – a po jeho zatvrdnutí doplnit jemnou správkovou maltou do líce stávající nenarušené omítky.

Rovněž je třeba doplnit vypadanou výplň svislých spár mezi parapetními panely.

4 Doporučení pro sanaci obvodového pláště před provedením kontaktního zateplovacího systému

Po postavení lešení kolem objektu je třeba před aplikací kontaktního zateplovacího systému na fasádu provést podrobnou prohlídku stavu omítky na obvodovém štítovém zdivu a parapetních panelech. Poklepem je třeba zjistit místa, kde se vyskytují poruchy výše popsané a postupovat při opravě způsobem tam popsaným.

5 Doporučení a požadavky pro návrh kontaktního zateplovacího systému

Zateplení je třeba provést některým z certifikovaných kontaktních fasádních systémů. Požadavky a zateplovací systém jsou podrobně popsány v Technické zprávě architektonicko-stavebního řešení.

Kotvení plastovými talířovými hmoždinkami – počet a rozmístění kotev musí být v souladu se systémem zvoleným dodavatelem stavebních prací a stanoveným v Technologickém předpisu jím vypracovaným.

ČSN 73 2902 Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a požití mechanického upevnění pro spojení s podkladem

5.4.3 Zjednodušený návrh mechanického upevnění hmoždinkami na účinky sání větru

Návrh mechanického upevnění ETICS na účinky sání větru hmoždinkami o známých vlastnostech lze provést zjednodušeným postupem v obvyklých případech, za které se považují budovy nacházející se ve větrové oblasti I až IV podle ČSN EN 1991-1-4, u nichž proudění větru není nepříznivě ovlivněno jejich tvarem, polohou nebo překážkami v okolí a jejichž výška nad okolním terénem po horní hranu atiky nebo římsy nepřesáhne 38 m.

POZNÁMKA Za obvyklý případ se nepovažují budovy umístěné v izolovaných kopcích, při horní hraně dlouhých svahů, budovy nejméně dvakrát vyšší než průměrná výška okolní zástavby, budovy neobvyklého tvaru apod.

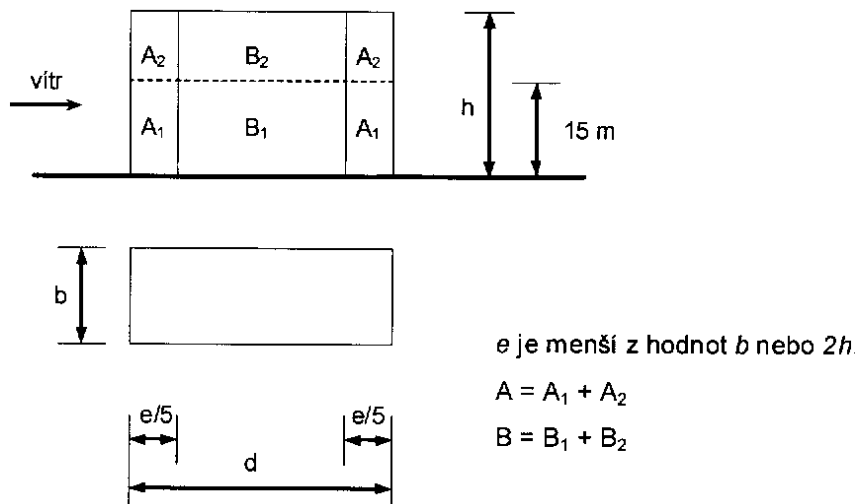
5.4.3.1 Zatížení větrem ve zjednodušeném návrhu

Při zjednodušeném návrhu se účinky zatížení větrem zpravidla uvažují pro celý vnější plášť jedinou nejméně příznivou hodnotou podle největší výšky a tvaru budovy a větrové oblasti a kategorie terénu příslušejících její poloze.

U budov vyšších než 15 metrů lze plochy pláště členit na dvě výšková pásma. První pásmo se stanovuje do výšky 15 metrů včetně, druhé pásmo se stanovuje od výšky 15 metrů až do celkové výšky budovy. Účinky zatížení větrem v prvním pásmu se uvažují hodnotou příslušející výšce budovy 15 metrů, účinky zatížení větrem ve druhém pásmu se uvažují hodnotou příslušející největší výšce budovy.

Jednotlivé plochy pláště budovy se rozdělí na oblasti okrajové (**A**, případně **A₁** a **A₂**) a vnitřní (**B**, případně **B₁** a **B₂**) podle zásady na obr. 1. Rozčlenění ploch na okrajové a vnitřní oblasti se provede pro všechny strany budovy, účinky větru se uvažují ze všech stran. Parametr **e** pro stanovení šířky okrajové oblasti se uvažuje jako menší z hodnot **b** nebo **2h**.

Při stanovení délky a šířky budovy se ve zjednodušeném postupu uvažují její největší půdorysné rozměry. Pokud je budova součástí bloku budov, vychází se při stanovení okrajové a vnitřní oblasti plochy z rozměrů a tvaru celého bloku. Pokud plochu nelze rozdělit na okrajovou a v



5.4.3.2 Stanovení počtu hmoždinek ve zjednodušeném návrhu

Počet hmoždinek na m^2 v okrajové oblasti plochy **A** se stanoví u budov s jediným výškovým pásmem pro desky izolačního materiálu o rozměrech 500 x 1000 mm podle třídy únosnosti hmoždinky podle 5.4.3.3 pro celkovou výšku budovy a příslušející větrovou oblast a kategorii terénu podle tabulek v příloze D.

U budov členěných na dvě výšková pásma se počet hmoždinek v okrajové oblasti plochy stanoví podle výškového pásma pro příslušející větrovou oblast a kategorii terénu rovněž podle tabulek v příloze D. Pro první výškové pásmo (oblast **A₁**) se použijí hodnoty platné pro výšku budovy 15 metrů, pro druhé výškové pásmo (oblast **A₂**) se použijí hodnoty platné pro celkovou výšku budovy.

Počet hmoždinek na m^2 ve vnitřní oblasti plochy (oblast **B**, případně **B₁**, **B₂**) se může proti okrajové oblasti snížit nejvýše o 25 %, vždy ale musí na celou desku tepelné izolace připadat počet hmoždinek vyjádřený celým číslem.

Při počtu 6 ks hmoždinek na m^2 v okrajové oblasti plochy se počet hmoždinek ve vnitřní oblasti plochy u desek izolačního materiálu o rozměrech 500 x 1000 mm nemá snižovat.

Navržené počty hmoždinek v okrajových a vnitřních oblastech včetně schématu členění plochy pláště budovy musejí být uvedeny ve stavební dokumentaci podle ČSN 732901.

POZNÁMKA Zjednodušený návrh vede zejména u budov větších rozměrů a u hmoždinek o nižší únosnosti k celkově vyšším počtům hmoždinek na jednotku plochy.

5.4.3.3 Třídy únosnosti hmoždinek pro zjednodušený návrh

Pro účely zjednodušeného návrhu se zavádějí třídy únosnosti hmoždinek podle tabulky 6. Hmoždinka se pro účely návrhu zařadí do třídy únosnosti podle tuhosti talířku **c** a návrhové

odolnosti hmoždinky vůči účinkům sání větru $R_{d,hm}$. Ta se stanoví jako menší z hodnot:

$$(4) \quad R_{d,hm} = 0,68 \times R_{panel} / \gamma_{Mb}$$

$$(5) \quad R_{d,hm} = N_{Rk} / \gamma_{Mc}$$

Význam veličin použitých na pravé straně vztahů (4) a (5) je stejný jako ve vztazích (2) a (3). Hodnota $R_{d,hm}$ se zaokrouhlí na tisícinu kN. Pokud v odůvodněných případech je technickou dokumentací ETICS dovoleno osazovat hmoždinky pouze v ploše desek tepelné izolace, upravuje se pro tento způsob rozmístění hmoždinek vztah (4) na:

$$(4a) \quad R_{d,hm} = 0,80 \times R_{panel} / \gamma_{Mb}$$

Pokud se charakteristická únosnost hmoždinky N_{Rk} stanoví ze zkoušky in situ podle přílohy A, uplatní se pravidlo podle 5.4.1.3.

Odolnost proti protažení hmoždinky R_{panel} se uvažuje hodnotou stanovenou podle 5.4.2.

Hmoždinka s tuhostí talířku c nižší, než je požadovaná hodnota pro danou třídu, se zařadí do nejbližší nižší třídy, ve které její tuhost talířku vyhovuje požadavku podle tabulky 6.

POZNÁMKA Tuhost talířku hmoždinky c uvádí výrobce v dokumentaci ETICS. Stanoví se např. podle přílohy E.

Tabulka 6 - Třídy únosnosti hmoždinek

Třída	0,10	0,12	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
Odolnost hmoždinky vůči účinkům sání větru $R_{d,hm}$ (kN)	0,100 < $R_{d,hm} \leq 0,115$	0,115 < $R_{d,hm} \leq 0,140$	0,140 < $R_{d,hm} \leq 0,190$	0,190 < $R_{d,hm} \leq 0,240$	0,240 < $R_{d,hm} \leq 0,290$	0,290 < $R_{d,hm} \leq 0,390$	0,390 < $R_{d,hm} \leq 0,490$	0,490 < $R_{d,hm}$
Tuhost c [kN·mm ⁻¹]	min. 0.30				min. 0.40		min. 0.50	min. 0.60

5.4.3.4 Podmínky a odchylky při zjednodušeném návrhu

Zjednodušený návrh se použije pouze pro hmoždinky, u nichž jsou současně splněny následující podmínky:

- návrhová odolnost hmoždinky vůči účinkům sání větru $R_{d,hm}$ je rovna nebo větší než **0,100 kN**;
- tuhost talířku hmoždinky c je rovna nebo větší než 0,30 kN·mm⁻¹;
- průměr talířku hmoždinky je roven nebo větší než 60 mm.

Zjednodušený návrh se použije pouze pro ETICS s tepelnou izolací, která splňuje následující podmínky:

- desky tepelné izolace z minerální vlny (MW) podle ČSN EN 13162 mají třídu pevnosti v tahu kolmo k rovině desky v suchém stavu nejméně TR 10 pro podélné vlákno a nejméně TR 80 pro kolmé vlákno;
- desky tepelné izolace z pěnového polystyrenu (EPS) podle ČSN EN 13163 mají třídu pevnosti v tahu kolmo k rovině desky nejméně TR 100;
- desky tepelné izolace z fenolické pěny (PF) podle ČSN EN 13166 mají třídu pevnosti nejméně CS(Y) 50 a tloušťku nejméně 40 mm.

Pro desky izolačního materiálu o jiných rozměrech než 500 x 1000 mm se při zjednodušeném návrhu počty hmoždinek v okrajové i vnitřní oblasti mohou přiměřeně upravit rozměrům desek při dodržení podmínky podle vztahu (1) a ustanovení pro okrajové a vnitřní oblasti plochy podle 5.4.3.1. Podrobnosti v takovém případě může stanovit výrobce v dokumentaci ETICS, nebo musejí být pro konkrétní stavbu uvedeny ve stavební dokumentaci podle ČSN 73 2901.

ČSN 73 2902

Tabulka D.5 – Počet hmoždinek třídy 0,30 na m²

Kategorie terénu	Výška budovy v metrech (včetně)	Větrová oblast / základní rychlost větru (včetně)			
		I	II	III	IV
		do 20 m·s ⁻¹	do 25 m·s ⁻¹	do 27,5 m·s ⁻¹	do 30 m·s ⁻¹
I	do 10	8	8	10	12
	do 15	8	10	10	12
	do 26	8	10	12	14
	do 38	10	10	12	16
II	do 10	6	8	8	10
	do 15	6	8	10	12
	do 26	8	10	10	12
	do 38	8	10	12	14
III	do 10	6	6	6	8
	do 15	6	6	8	8
	do 26	6	8	8	10
	do 38	6	8	10	12
IV	do 10	6	6	6	6
	do 15	6	6	6	6
	do 26	6	6	8	8
	do 38	6	6	8	10

Příloha A (informativní)

Stanovení charakteristické síly na mezi vytažení hmoždinky z materiálu nosné vrstvy podkladu zkouškou in situ

A.1 Obecně

V případě potřeby se charakteristická únosnost hmoždinky N_{Rk} konkrétní místo použití (stavbu, konstrukci nebo její část) stanoví zkouškou in situ z nejméně 15 výsledků síly F při vytažení hmoždinky z materiálu nosné vrstvy podkladu dostředně působícím zatížením.

Počet a umístění hmoždinek, které se mají zkoušet, se přizpůsobí specifickým podmínkám dané stavby nebo konstrukce. Při zkoušce se mají zohlednit nejméně příznivé podmínky provádění. Zkušební místa se rovnoměrně rozmístí po celé ploše, pro niž se vyhodnocení provádí.

Vyhodnocení uskutečněných zkoušek se vztahuje pouze na ten druh a kvalitu materiálu nosné vrstvy podkladu, na němž byly zkoušky provedeny.

Pro účely vyhodnocení zkoušky se používají následující značky:

F_{Rk} charakteristická síla na mezi vytažení hmoždinky z nosné vrstvy podkladu, stanovená zkouškou in situ;

F_1 střední hodnota síly na mezi vytažení hmoždinky z nosné vrstvy podkladu z pěti nejmenších naměřených hodnot při mezním zatížení.

A.2 Příprava zkoušky

Hmoždinka, která se má zkoušet, se osadí do materiálu nosné vrstvy podkladu za dodržení pokynů výrobce (osové vzdálenosti, vzdálenosti od okraje, průměr vrtáku, hloubka otvoru a způsob jeho vyčištění, způsob aktivace hmoždinky aj.). Při předvrtání otvorů se použije vrták s řezným průměrem na horní mezi tolerance.

Hmoždinka se aplikuje přes tepelnou izolaci nebo tuhou podložku kolmo k povrchu konstrukce do materiálu nosné vrstvy podkladu při dodržení minimální kotevní hloubky a způsobem předepsaným výrobcem. Po aplikaci hmoždinky se tepelná izolace nebo tuhá podložka opatrně odstraní tak, aby nedošlo k porušení hmoždinky.

Hmoždinky nesprávně aplikované nebo porušené při aplikaci se nesmějí ke zkoušce použít a musejí se nahradit novými vzorky.

POZNÁMKA Tuhá podložka má mít takové mechanické vlastnosti a tvar, aby při aplikaci hmoždinky věrohodně simulovala chování zvoleného druhu tepelné izolace.

A.3 Provedení zkoušky

Zkušební zařízení použité ke zkoušce musí umožňovat pomalý plynulý nárůst zatížení. Zatížení musí působit kolmo k povrchu podkladu a na hmoždinku musí být přenášeno přes kloub.

Zkušební zařízení musí být o podklad opřeno ve vzdálenosti nejméně 150 mm od osy hmoždinky. Způsob zatěžování hmoždinky zkušebním zařízením (použitý zkušební přípravek) nesmí ovlivnit výsledek zkoušky.

Hmoždinka se při zkoušce zatěžuje plynule tak, aby se mezní únosnosti dosáhlo asi po 1 minutě zatěžování. Maximální dosažené zatížení se zaznamená. Je-li to možné, použije se zkušební zařízení s grafickým záznamem závislosti síla / deformace.

Použité zkušební zařízení musí být v době zkoušky řádně kalibrováno, lhůta od poslední kalibrace nesmí být delší než 2 roky.

A.4 Vyhodnocení zkoušky

Charakteristická síla na mezi vytažení hmoždinky z nosné vrstvy podkladu F_{Rk} se z naměřených hodnot stanoví podle vztahu:

$$F_{Rk} = 0,6 \times F_1 \leq 1,5 \text{ kN} \quad (1.A)$$

kde F_1 je střední hodnota síly na mezi vytažení hmoždinky z nosné vrstvy podkladu z pěti nejmenších naměřených hodnot síly na mezi vytažení.

Hodnota F_{Rk} se zaokrouhlí na desetiny kN.

Charakteristická únosnost hmoždinky N_{Rk} se z charakteristické síly na mezi vytažení hmoždinky z nosné vrstvy podkladu F_{Rk} stanoví podle 5.4.1.3.

Záznam o zkoušce

Ze zkoušky se vypracuje písemný záznam, který musí obsahovat nejméně následující údaje, potřebné k posouzení únosnosti zkoušené hmoždinky pro dané místo použití:

- identifikace stavby (vlastník, adresa, identifikace místa provedení zkoušky);
- identifikace materiálu nosné vrstvy podkladu, v němž byla zkouška provedena, a jeho popis;
- identifikace zkoušeného typu hmoždinky a způsobu její aplikace;
- identifikace podmínek při provedení zkoušky (průměr vrtáku před vrtáním a po něm, druh použité izolace, teplota vzduchu, atd.);
- identifikace použitého zkušebního zařízení;
- výsledky jednotlivých zkoušek, jejich vyhodnocení;
- jméno a podpis osoby, která zkoušky provedla a vyhodnotila.

Výsledky zkoušky nelze použít pro jinou stavbu (jiné místo použití), než je uvedeno v záznamu.

Stanovení minimálního počtu hmoždinek pro větrovou oblast II (základní rychlost větru do 25 m.s⁻¹) a kategorií terénu II na základě zkoušky in situ

Předpoklad :

- třída únosnosti hmoždinek 0,3
- odolnost hmoždinky vůči sání větru $R_{d,hm} = 0,290 \div 0,390 \text{ kN}$
- tuhost talířku c min. 0,40 kN.mm⁻¹

$$R_{h,hm} = N_{Rk} / \gamma_{Mc} \quad \gamma_{Mc} = 2,5$$

$$N_{Rk} = F_{Rk} = 0,6 \times F_1 \leq 1,5 \text{ kN}$$

kde F_1 je střední hodnota síly na mezi vytažení hmoždinky z nosné vrstvy podkladu z pěti nejmenších naměřených hodnot síly na mezi vytažení.

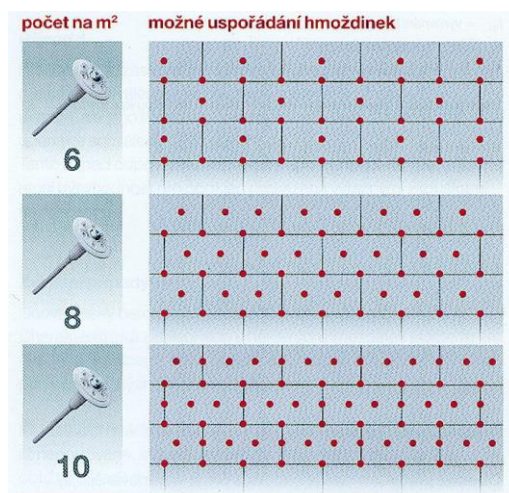
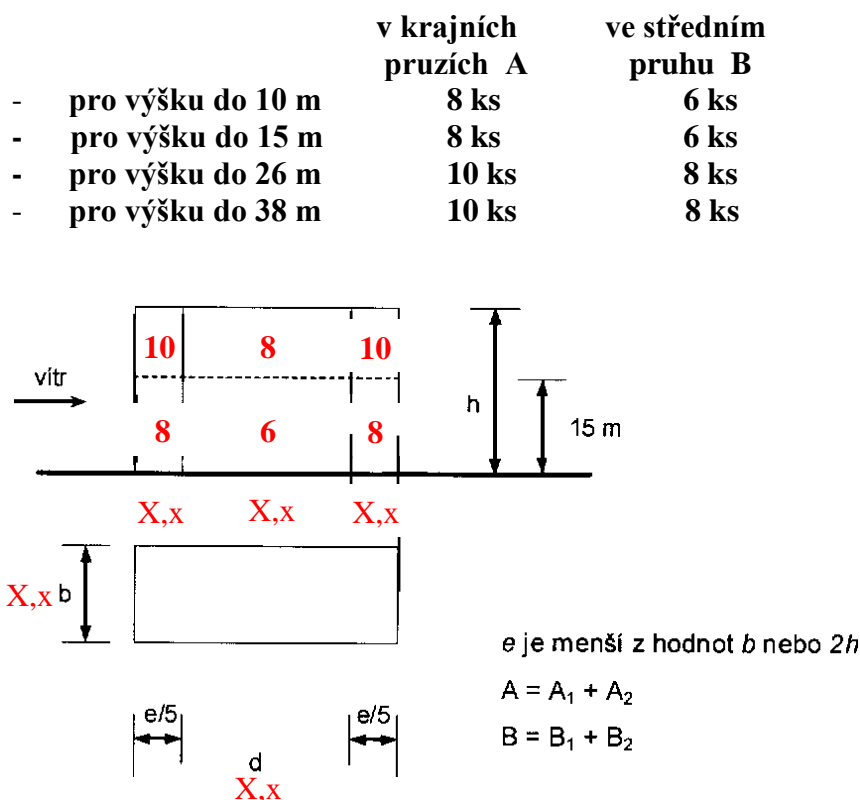
$$F_1 = N_{Rk} / 0,6 = R_{h,hm} \times \gamma_{Mc} / 0,6 = 4,17 R_{h,hm}$$

$$\min F_1 = 4,17 \times 0,29 = 1,21 \text{ kN}$$

$$\max F_1 = 4,17 \times 0,39 = 1,63 \text{ kN}$$

Stanovení minimálního počtu hmoždinek

Pokud při zkoušce výtaznosti hmoždinek in situ z pěti nejmenších naměřených hodnot síly na mezi vytažení bude střední hodnota síly vytažení hmoždinky z nosné vrstvy podkladu $F_1 = 1,2 \div 1,6 \text{ kN}$, pak podle tab. D.5 je počet hmoždinek (třída únosnosti hmoždinek 0,3) pro větrovou oblast II a kategorii terénu II v krajních pruzích A a středním pruhu B (- 25 %)



$$b = 11,1 \text{ m}, \quad d = 11,1 \text{ m}$$

$$h = 11,1 \text{ m} \quad 2h = 22,2 \text{ m}$$

$$e = 11,1 \text{ m} \rightarrow e/5 = 2,22 \text{ m}$$

Zatížení větrem na svislé stěny a plochou střechu v místě stavby stanovené podle ČSN EN 1991-1-4

Nymburk – Poliklinika – Zatížení větrem

Použita národní příloha pro Česko

Zatížení větrem na obvodové stěny objektu

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

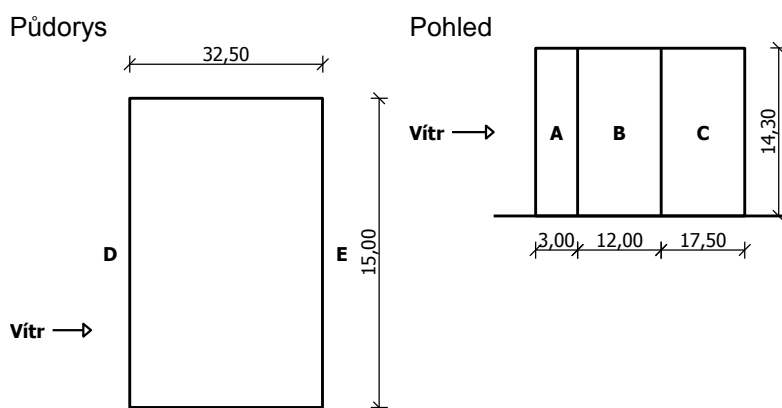
Větrná oblast:	I
Rychlost větru v_{b0}	= 22,50 m/s
Kategorie terénu:	III
Referenční výška budovy z_e	= 14,30 m
Součinitel směru větru c_{dir}	= 1,00
Součinitel ročního období c_{season}	= 1,00
Měrná hmotnost vzduchu ρ	= 0,000 kg/m ³
Součinitel orografie c_o	= 1,00
Maximální dynamický tlak q_p	= 0,62 kN/m ²
Součinitel zatížení γ_f	= 1,50
Plocha pro stanovení c_{pe} A	= 10,00 m ²

Svislé stěny pozemních staveb s pravoúhlým půdorysem

Výška objektu $h = 14,30$ m

Délka objektu $d = 32,50$ m

Šířka objektu $b = 15,00$ m



Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Výška nad terénem [m]	Tlak větru v oblastech [kN/m ²]				
	A	B	C	D	E
8,00	-0,74 (-1,11)	-0,49 (-0,74)	-0,31 (-0,46)	0,45 (0,67)	-0,22 (-0,32)
14,30	-0,74 (-1,11)	-0,49 (-0,74)	-0,31 (-0,46)	0,45 (0,67)	-0,22 (-0,32)

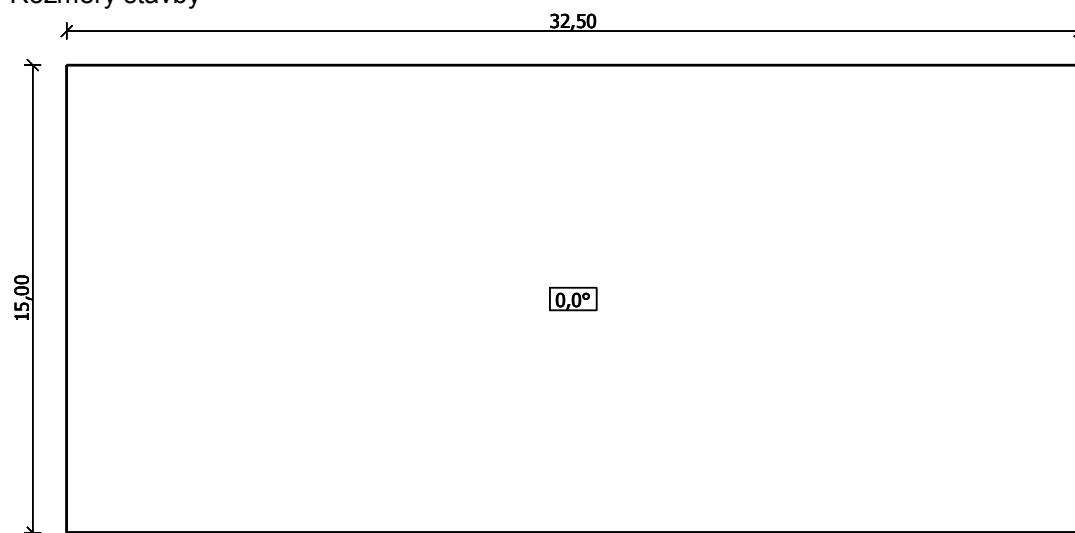
Zatížení větrem na plochou střechu

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

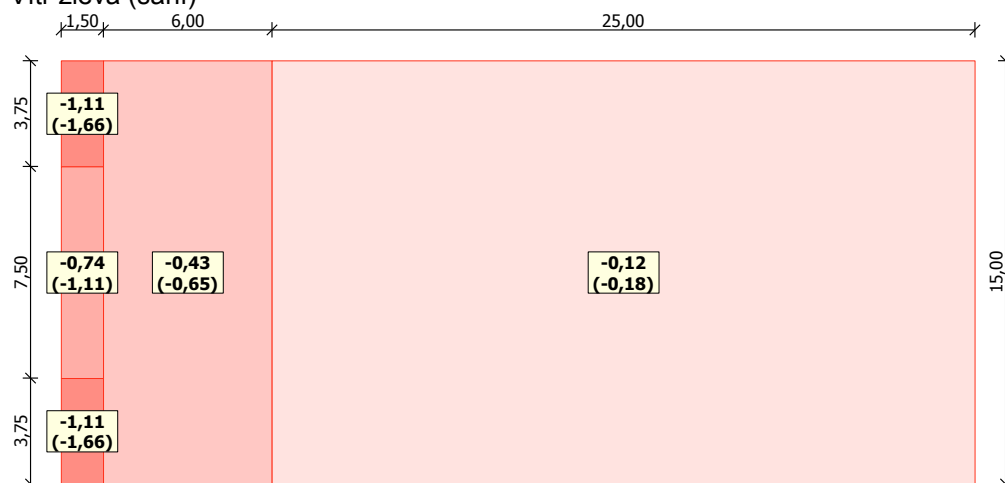
I			
Větrná oblast:			
Rychlost větru	v_{b0}	=	22,50 m/s
Kategorie terénu:			III
Referenční výška budovy	z_e	=	14,30 m
Součinitel směru větru	c_{dir}	=	1,00
Součinitel ročního období	c_{season}	=	1,00
Měrná hmotnost vzduchu	ρ	=	0,000 kg/m ³
Součinitel orografie	c_o	=	1,00
Maximální dynamický tlak	q_p	=	0,62 kN/m ²
Součinitel zatížení	γ_f	=	1,50
Plocha pro stanovení c_{pe}	A	=	10,00 m ²

Střecha

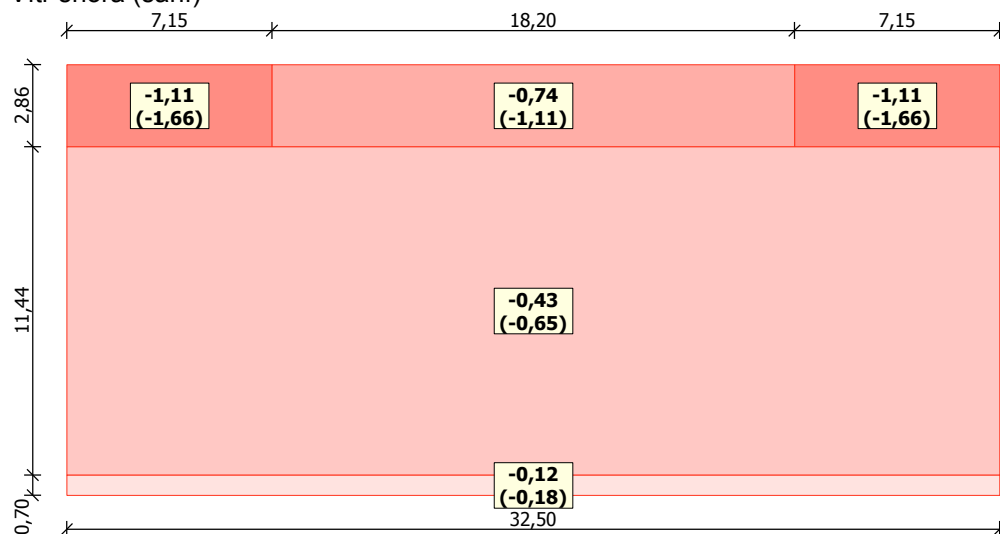
Rozměry stavby

**Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)**

Vítr zleva (sání)



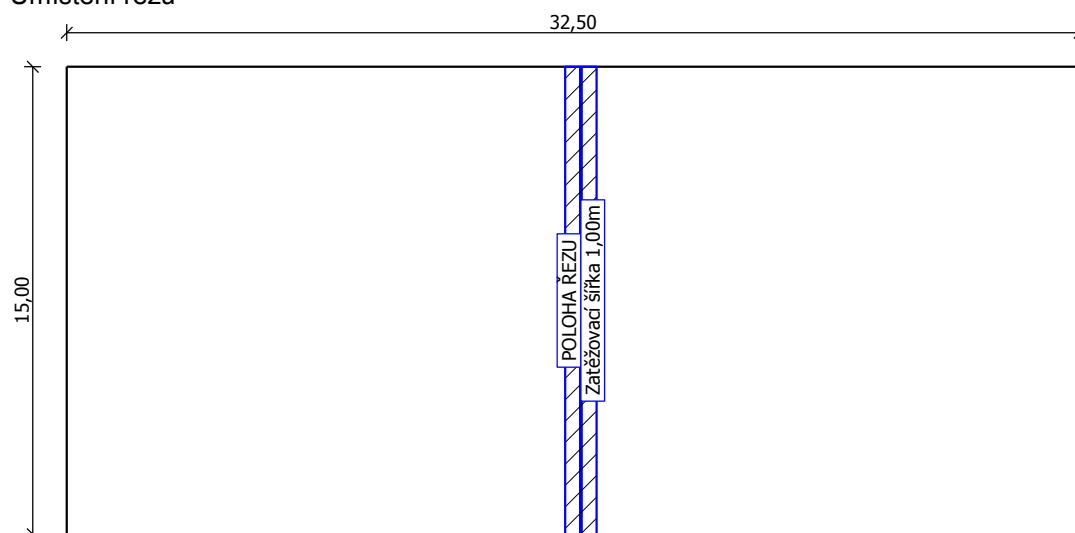
Vítr shora (sání)



Lokalizace na zatěžovací šířku 1,00 m:

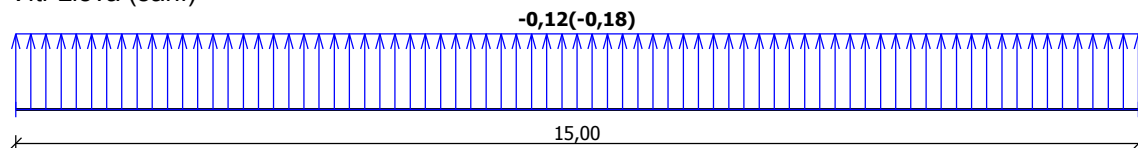
Střecha

Umístění řezu

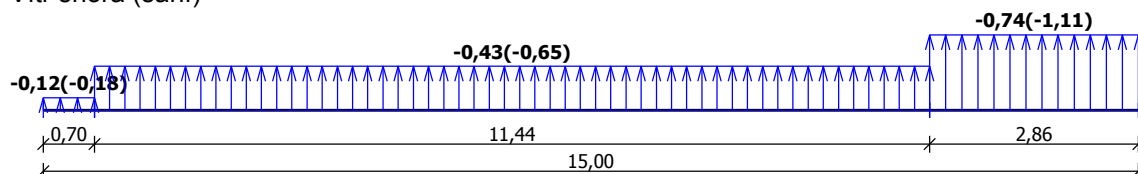


Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Vítr zleva (sání)

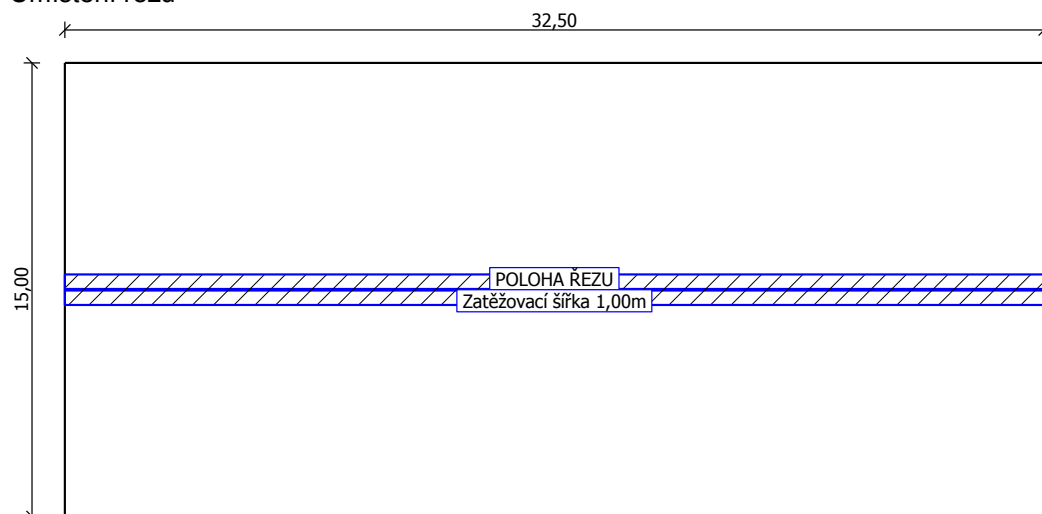


Vítr shora (sání)

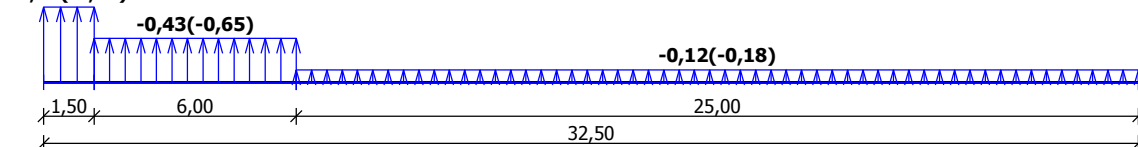


Lokalizace na zatěžovací šířku 1,00 m:**Střecha**

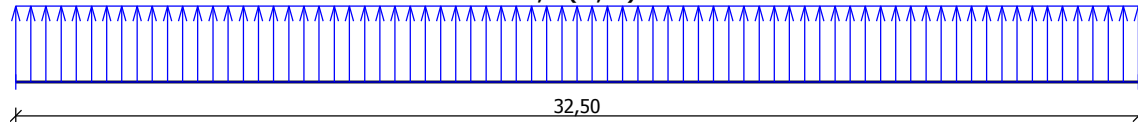
Umístění řezu

**Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)**

Vítr zleva (sání)

-0,74(-1,11)

Vítr shora (sání)

-0,43(-0,65)**Způsob nanášení lepicího tmelu na polystyrénové desky a na desky z minerálních vláken**

6 Návrh odstranění vad v 1.NP v severní části pavilonu B

V suterénu severní části pavilonu B v posledním poli u štítové zdi sousedící se schodištěm je umístěna kompresorovna (viz foto č.12).

Na podélném obvodovém zdivu je v místech, kde byla pod parapetním panelem provedena dozdivka, je vodorovná trhлина oddělující dozdivku od parapetu (viz foto 8÷10).

Na vnitřních vložených keramických příčkách kolem kompresorovny jsou patrné trhliny svědčící o poklesu betonové podlahové desky suterénu (viz foto č.11, 13÷15).

Z předaných podkladů – původní projektové dokumentace – je patrné, že v této části stavby byly problémy se založením. Pod posledním polem skeletu a schodištěm u štítové zdi byl původní terén snížen o cca 5 m v důsledku těžení kamene v minulosti.

Poslední rám skeletu, štítová stěna a konstrukce přilehlého schodiště byly založeny v hloubce 6,3 m pod dlažbou suterénu. Patky rámu skeletu byly založena na 170 cm vysoké vrstvě cementové stabilizace. Dozdivka obvodového zdiva mezi sloupem a štítovou zdí byla založena na prefabrikovaném základovém trámu 30/40 cm uloženým na patce a základovém pasu pod štítovou zdí (rozpětí cca 5,5 m).

Podkladní beton a dlažba podlahy suterénu byly provedeny na cca 5 m vysokém násypu (z PD není zřejmé, že by v těchto místech bylo navrženo a provedeno zvláštní opatření v podlahové konstrukci).

Násyp výšky 5 m není prakticky možné zhutnit tak, aby nedošlo časem k jeho sednutí. Navíc v kompresorovně na dlažbě jsou umístěny kompresory, které vyvolávají dynamické zatížení dlažby a násypu pod ní.

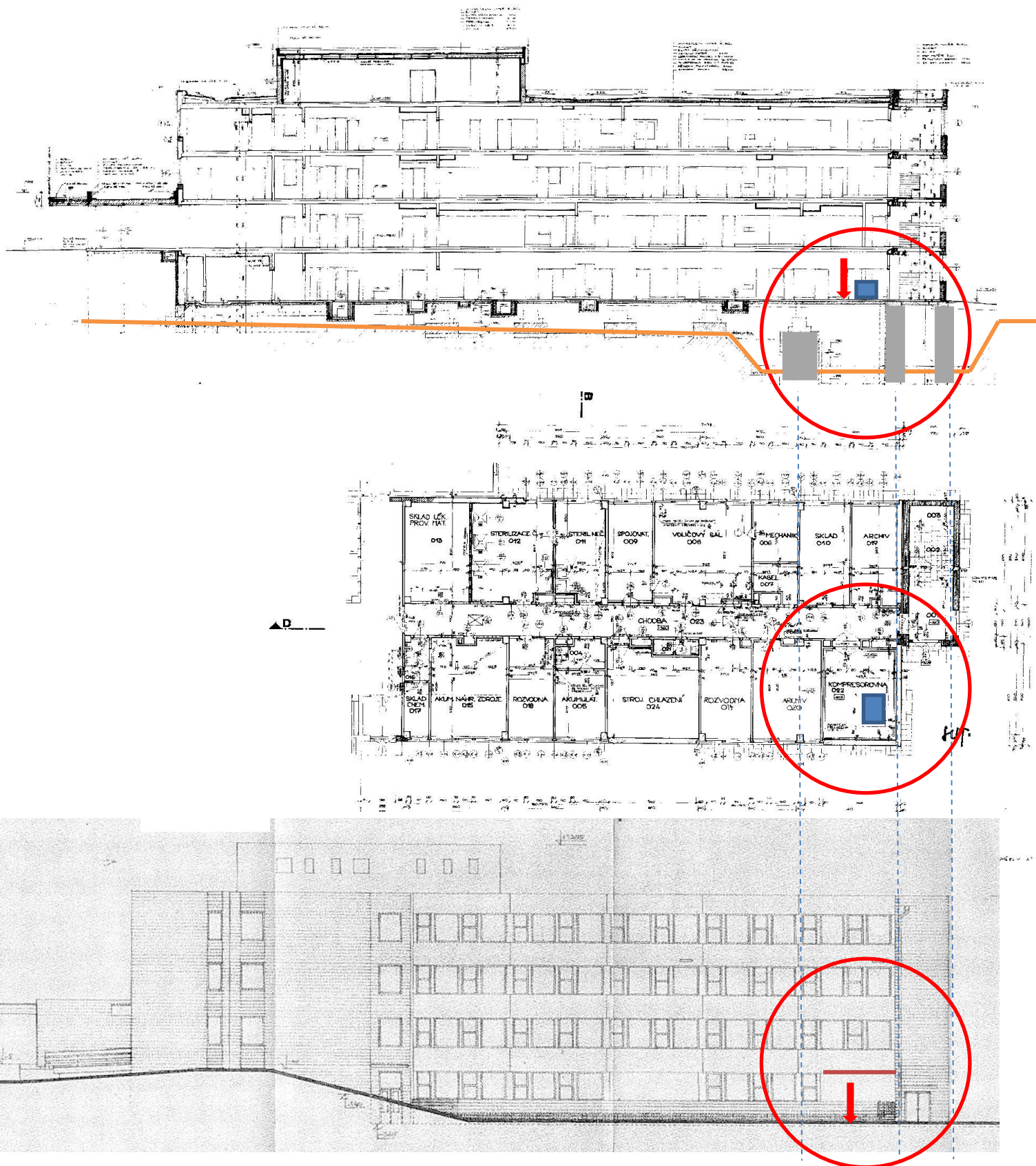
V důsledku sednutí násypu pod dlažbou vznikly trhliny ve vnitřních příčkách. Lze předpokládat, že došlo rovněž k poklesu základového trámu pod dozdivkou obvodové zdi.

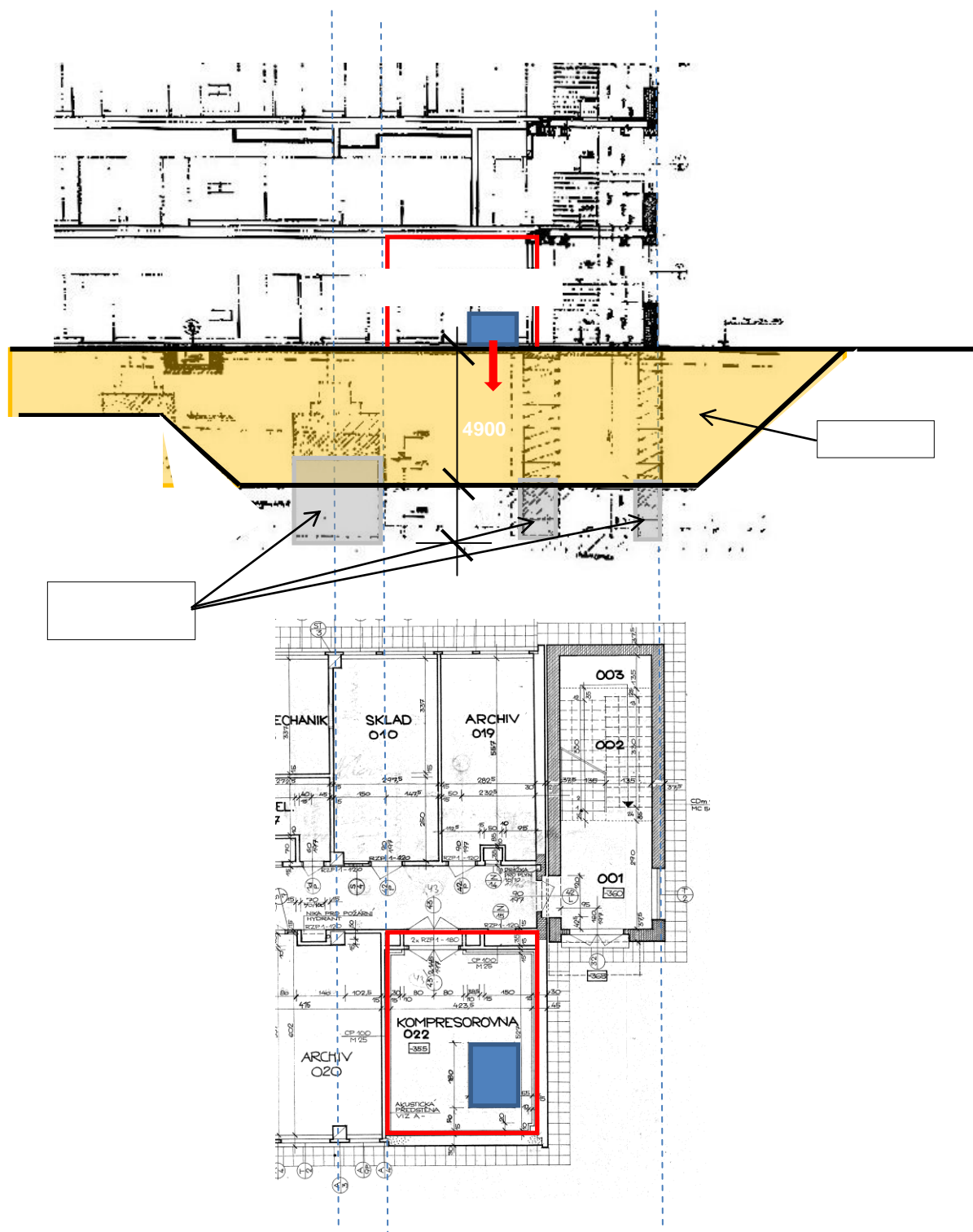
Aby byla odstraněna, podle mého názoru, hlavní příčina uvedených poruch, bude třeba buď přemístit kompresory, nebo dlažbu pod kompresory na stávajícím místě důsledně oddílat od okolní dlažby tak, aby případné další sedání vlivem vibrací od kompresorů se odehrávalo pouze pod nimi.

Je třeba se přesvědčit zda sedání pod základovým trámem a dlažbou suterénu v kompresorovně a jejím okolí, které bylo příčinou vzniku vodorovné trhliny na styku parapetního panelu a dozdivky, již skončilo. To je možno zjistit zřízením a pozorováním kontrolních sádrových terčů na trhlíně (dtto na trhlínách na vnitřních příčkách).

Pokud bude zjištěno, že trhliny v příčkách již nejsou aktivní, je možno je opravit obvyklým způsobem. V případě, že by sedání pod dlažbou nebylo ustálené, pak by bylo třeba porušené příčky demolovat, provést nosnou podlahovou konstrukci (železobetonovou desku) uloženou na pasy a patky skeletu a postavit příčky nové.

Před prováděním kontaktního zateplovacího systému doporučuji vodorovnou trhlínu v obvodové zdi pod parapetem prohloubit na hloubku min. 30 mm, vyčistit, vyklínovat dubovými klíny a vyplnit správkovou maltou – nejlépe injektáží.





7 Závěr

Před prováděním regenerace obvodového pláště objektu musí být vybraným dodavatelem stavebních prací vypracována podrobná dodavatelská dokumentace a technologické postupy sanačních prací.

Kontaktní zateplování systém jako celek musí být certifikován.

Při provádění všech stavebních prací a stavebních úprav je třeba dbát nařízení a ustanovení platných norem a předpisů.

Zejména je třeba přísně dbát ustanovení Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích, které stanoví požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení při přípravě a provádění stavebních, montážních a udržovacích prací a při pracích s nimi souvisejících.

Vyhláška se vztahuje na právnické a fyzické osoby, které provádějí stavební práce a jejich pracovníky.

Pokud by při provádění navržených oprav obvodového pláště byly zjištěny skutečnosti, které při vypracování projektové dokumentace nebyly známy a při každé změně navržených postupů a materiálů, je třeba přizvat projektanta ke konzultacím.



Hradec Králové, květen 2013

Ing. Bohumil Rusek

Přílohy : Fotodokumentace
 Statický výpočet – Lávky na střeše

FOTODOKUMENTACE





STATICKÝ VÝPOČET

Použité normy :

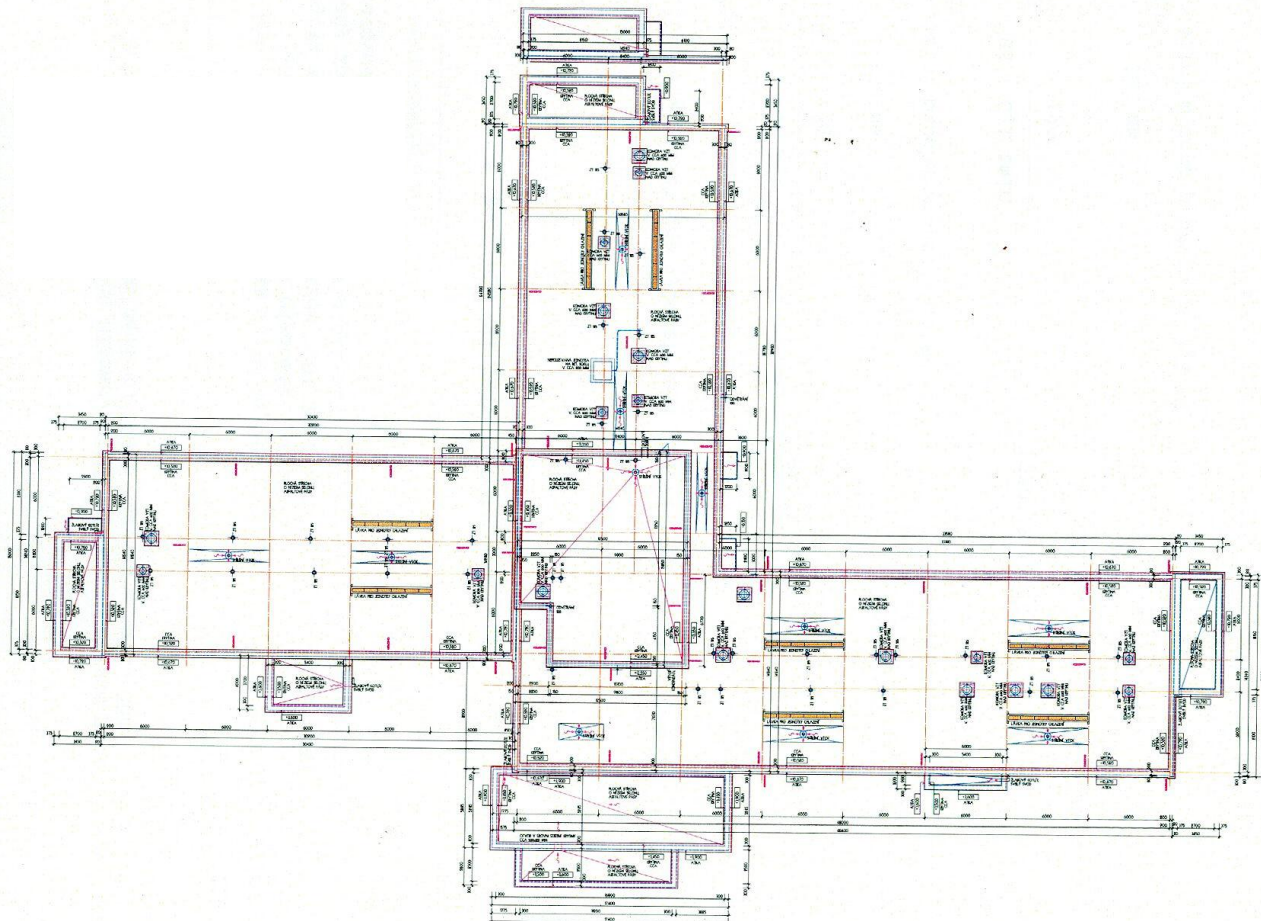
ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, ČNI 2004

**ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení
Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení
pozemních staveb, ČNI, 2004**

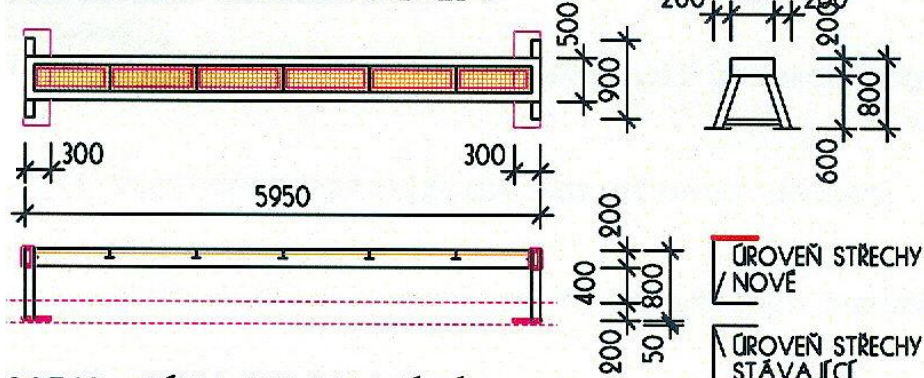
**ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí Část 1-1 :
Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby,
ČNI, 2006**

Návrh konstrukce lávek na střechách

Na střechách polikliniky navrhuje projektant zřízení ocelových lávek jako nosné konstrukce chladících jednotek. Zatížení z lávek nebude přenášeno na stropní panely, ale bude zatěžovat pouze průvlakové panely.



OCELOVÁ LÁVKA NA STŘECHU PRO OSAZENÍ JEDNOTEK CHLAZENÍ



POZOR - DÉLKA STOJIN MUSÍ BÝT
PŘÍPUSOBENA POLOZE VÝROBKU NA STŘEŠE,
ABY PLOCHA PRO ZAŘÍZENÍ BYLA VODOROVNÁ

- STATI** ZÁKLADNÍ PARAMETRY :
- HMOTNOST ZAŘÍZENÍ NA JEDNÉ LÁVCE 350-500 KG,
 - HLoubKA ZAŘÍZENÍ JE CCA 400 MM

1 Lávka – U 120 - výpočet

2 Vstupní údaje

2.1 Styčníky

č.	Souřadnice		Podpora						
	Y [m]	Z [m]	Posun Y	K[MN/m]	Posun Z	K[MN/m]	Rotace X	K[MNm]	Natočení [°]
1	0,000	0,000	pevná		pevná				
2	6,000	0,000	pevná		pevná				
3	3,000	0,000							

2.2 Dílce

Typ, topologie a profily dílců:

č.	Typ	Zač. styč.	Uložení	Kon. styč.	Průřez	Délka	Natočení	Materiál
						[m]	[°]	
1	Nosník	1	----	2	UE 120	6,000	0,00	EN 10025 : Fe 360

č.	Typ	Zač. styč.	Uložení	Kon. styč.	Průřez	Délka	Natočení	Materiál
						[m]	[°]	
1	Nosník	1	----	2	UE 120	6,000	0,00	EN 10025 : Fe 360

2.3 Parametry profilů dílců

Průřezové charakteristiky profilů dílců:

Průřez	Plocha průřezu	Smyk. plocha	Mom. setrv.	Sklon hl. os.
	A [mm ²]	A _z [mm ²]	I _{yh} [mm ⁴]	φ [°]
UE 120	1330	587	3,04000E+06	0,00

Materiálové charakteristiky profilů dílců:

Materiál	Modul pružnosti	Smykový modul	Koef. tepl. rozt.	Měrná tíha
	E [MPa]	G [MPa]	α _t [1/K]	γ [kN/m ³]
EN 10025 : Fe 360	210,0E+03	81,00E+03	12,00E-06	78,50

2.4 Zatěžovací stavy

č.	Název	Kód	Typ	γ _f (γ _{f,inf})*	Součinitele pro kombinace				
					ξ	Kateg.*	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
1	G1 vlastní tíha-stálé	Vlastní tíha	Stálé	1,35(0,90)	0,85	-	-	-	-
2	G2 silové-stálé	Silové	Stálé	1,35(0,90)	0,85	-	-	-	-
3	Q3 silové-proměnné okamžikové	Silové	Proměnné okamžikové	1,50	-	A	0,70	0,50	0,30

* γ_{f,inf} pro příznivě působící stálá zatížení

** Kategorie proměnných zatížení podle tabulky A1.1 v EN 1990

2.5 Zatížení styčníků

Zatížení styčníků se v konstrukci nevyskytuje.

2.6 Zatížení dílců

Dílec	Zatížení dílců
Zatěžovací stav č.2 - G2 silové-stálé	
Dílec č.1 1 ---- 2, délka 6,000 m	Spojité silové - Po délce ve směru globální osy Z $f = -0,90 \text{ kN/m}$; $a = 1,500 \text{ m}$; $d = 3,000 \text{ m}$
	Spojité silové - Po délce ve směru globální osy Z $f = -0,15 \text{ kN/m}$
Zatěžovací stav č.3 - Q3 silové-proměnné okamžikové	
Dílec č.1 1 ---- 2, délka 6,000 m	Osamělá síla - Ve směru globální osy Z $F = -1,00 \text{ kN}$; $a = 3,000 \text{ m}$

2.7 Kombinace pro výpočet podle 1.řádu

Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu únosnosti (MSÚ)

Číslo	Název a druh kombinace
	Složení
1	G1+G2; základní kombinace
	$\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,2} * G2$
2	Q3:G1+G2; základní kombinace
	$\gamma_{f,sup,1} * G1 + \gamma_{f,sup,2} * G2 + \gamma_{f,sup,3} * Q3$

Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)

Číslo	Název a druh kombinace
	Složení
1	G1+G2; charakteristická kombinace
	$G1 + G2$
2	Q3:G1+G2; charakteristická kombinace
	$G1 + G2 + Q3$
3	Q3:G1+G2; častá kombinace
	$G1 + G2 + \psi_{1,3} * Q3$
4	G1+G2+Q3; kvazistálá kombinace
	$G1 + G2 + Q3$

3 Výsledky

3.1 Deformace pro kombinace I.řádu

3.1.1 Extrémy deformací

Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu únosnosti (MSÚ)

Kladné extrémy:

Deformace	Kombinace	Styčník	Hodnota
Posun Y	-	-	0,0 mm
Posun Z	-	-	0,0 mm
Rotace X	Kombinace 2	2	21,9 mrad

Záporné extrémy:

Deformace	Kombinace	Styčník	Hodnota
Posun Y	-	-	0,0 mm
Posun Z	Kombinace 2	3	-42,5 mm
Rotace X	Kombinace 2	1	-21,9 mrad

Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)

Kladné extrém:

Deformace	Kombinace	Styčník	Hodnota
Posun Y	-	-	0,0 mm
Posun Z	-	-	0,0 mm
Rotace X	Kombinace 2	2	15,8 mrad

Záporné extrém:

Deformace	Kombinace	Styčník	Hodnota
Posun Y	-	-	0,0 mm
Posun Z	Kombinace 2	3	-30,7 mm
Rotace X	Kombinace 2	1	-15,8 mrad

3.2 Vnitřní síly v s. s. dílce pro kombinace I.řádu**3.2.1 Extrémy vnitřních sil****Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu únosnosti (MSÚ)**

Kladné extrém:

Síla	Kombinace I.řád, MSÚ	Dílec	Pozice	Hodnota
N				
V ₃	Kombinace č.2	Dílec č.1 - 1 ---- 2, délka 6,000 m	6,000 m	3,60 kN
M ₂	Kombinace č.2	Dílec č.1 - 1 ---- 2, délka 6,000 m	3,000 m	7,90 kNm

Záporné extrém:

Síla	Kombinace I.řád, MSÚ	Dílec	Pozice	Hodnota
N				
V ₃	Kombinace č.2	Dílec č.1 - 1 ---- 2, délka 6,000 m	0,000 m	-3,60 kN
M ₂				

Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)

Kladné extrém:

Síla	Kombinace I.řád, MSP	Dílec	Pozice	Hodnota
N				
V ₃	Kombinace č.2	Dílec č.1 - 1 ---- 2, délka 6,000 m	6,000 m	2,61 kN
M ₂	Kombinace č.2	Dílec č.1 - 1 ---- 2, délka 6,000 m	3,000 m	5,68 kNm

Záporné extrém:

Síla	Kombinace I.řád, MSP	Dílec	Pozice	Hodnota
N				
V ₃	Kombinace č.2	Dílec č.1 - 1 ---- 2, délka 6,000 m	0,000 m	-2,61 kN
M ₂				

3.3 Vnitřní síly v s. s. průřezu pro kombinace I.řádu**3.3.1 Extrémy vnitřních sil****Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu únosnosti (MSÚ)**

Kladné extrém:

Síla	Kombinace I.řád, MSÚ	Dílec	Pozice	Hodnota
N				
V _z	Kombinace č.2	Dílec č.1 - 1 ---- 2, délka 6,000 m	6,000 m	3,60 kN
M _y	Kombinace č.2	Dílec č.1 - 1 ---- 2, délka 6,000 m	3,000 m	7,90 kNm

Záporné extrémy:

Síla	Kombinace I.řád, MSÚ	Dílec	Pozice	Hodnota
N				
V _z	Kombinace č.2	Dílec č.1 - 1 ---- 2, délka 6,000 m	0,000 m	-3,60 kN
M _y				

Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)

Kladné extrémy:

Síla	Kombinace I.řád, MSP	Dílec	Pozice	Hodnota
N				
V _z	Kombinace č.2	Dílec č.1 - 1 ---- 2, délka 6,000 m	6,000 m	2,61 kN
M _y	Kombinace č.2	Dílec č.1 - 1 ---- 2, délka 6,000 m	3,000 m	5,68 kNm

Záporné extrémy:

Síla	Kombinace I.řád, MSP	Dílec	Pozice	Hodnota
N				
V _z	Kombinace č.2	Dílec č.1 - 1 ---- 2, délka 6,000 m	0,000 m	-2,61 kN
M _y				

3.4 Reakce pro kombinace I.řádu

3.4.1 Extrémy reakcí

Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu únosnosti (MSÚ)

Kladné extrémy:

Max. reakce	Kombinace	Styčník	R _y [kN]	R _z [kN]	RO _x [kNm]
Max.R _y	-	-	0,00	2,85	-
Max.R _z	Kombinace 2	1	0,00	3,60	-

Záporné extrémy:

Max. reakce	Kombinace	Styčník	R _y [kN]	R _z [kN]	RO _x [kNm]
Min.R _y	-	-	0,00	2,85	-
Min.R _z	Kombinace 1	1	0,00	2,85	-

Extrémy po styčnících:

Max. reakce	Kombinace	R _y [kN]	R _z [kN]	RO _x [kNm]
Styčník č.1 - abs. Y: 0,000 m Z: 0,000 m				
Max.R _y	Kombinace 1	0,00	2,85	-
Max.R _z	Kombinace 2	0,00	3,60	-
Min.R _y ,R _z	Kombinace 1	0,00	2,85	-
Styčník č.2 - abs. Y: 6,000 m Z: 0,000 m				
Max.R _y	Kombinace 1	0,00	2,85	-
Max.R _z	Kombinace 2	0,00	3,60	-
Min.R _y ,R _z	Kombinace 1	0,00	2,85	-

Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)

Kladné extrémy:

Max. reakce	Kombinace	Styčník	R _y [kN]	R _z [kN]	RO _x [kNm]
Max.R _y	-	-	0,00	2,11	-
Max.R _z	Kombinace 2	1	0,00	2,61	-

Záporné extrémy:

Max. reakce	Kombinace	Styčník	R _y [kN]	R _z [kN]	RO _x [kNm]
Min.R _y	-	-	0,00	2,11	-
Min.R _z	Kombinace 1	1	0,00	2,11	-

Extrémy po styčnících:

Max. reakce	Kombinace	R _y [kN]	R _z [kN]	RO _x [kNm]
Styčník č.1 - abs. Y: 0,000 m Z: 0,000 m				
Max.R _y	Kombinace 1	0,00	2,11	-
Max.R _z	Kombinace 2	0,00	2,61	-
Min.R _y ,R _z	Kombinace 1	0,00	2,11	-
Styčník č.2 - abs. Y: 6,000 m Z: 0,000 m				
Max.R _y	Kombinace 1	0,00	2,11	-
Max.R _z	Kombinace 2	0,00	2,61	-
Min.R _y ,R _z	Kombinace 1	0,00	2,11	-

3.4.2 Součty reakcí ve směrech globálních os**Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu únosnosti (MSÚ)**

Kombinace	Ve směru osy Y [kN]	Ve směru osy Z [kN]
Kombinace č.1	0,00	5,71
Kombinace č.2	0,00	7,21

Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)

Kombinace	Ve směru osy Y [kN]	Ve směru osy Z [kN]
Kombinace č.1	0,00	4,23
Kombinace č.2	0,00	5,23
Kombinace č.3	0,00	4,73
Kombinace č.4	0,00	5,23

1 Lávka – U 120 - výpočet**2 Norma****Norma výpočtu** EN 1993-1-1, EN 1993-1-4

Výpočet je proveden podle České národní přílohy.

Dílčí součinitele spolehlivosti pro ocelové konstrukce:Součinitel únosnosti průřezu $\gamma_{M0} = 1,000$ Součinitel únosnosti při posouzení stability $\gamma_{M1} = 1,000$ Součinitel únosnosti oslabeného průřezu $\gamma_{M2} = 1,250$ **Dílčí součinitele spolehlivosti pro korozivzdornou ocel:**Součinitel únosnosti průřezu $\gamma_{M0} = 1,100$ Součinitel únosnosti při posouzení stability $\gamma_{M1} = 1,100$ Součinitel únosnosti oslabeného průřezu $\gamma_{M2} = 1,250$

3 1

3.1 Vstupní data

Délka dílce: 6,000 m

Průřez

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Průřez	Natočení [°]
1	0,000	6,000	UE 120	0,0

TYČE PRŮŘEZU UE - UE 120	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h = 120,0 \text{ mm}$
šířka průřezu	$b = 52,0 \text{ mm}$
tloušťka stojiny	$t_w = 4,8 \text{ mm}$
tloušťka pásnice	$t_f = 7,8 \text{ mm}$
poloměr zaoblení mezi stojinou a pásnicemi	$R_1 = 7,5 \text{ mm}$
poloměr zaoblení vnitřních hran pásnic	$R_2 = 3,0 \text{ mm}$
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	$A = 1,330\text{E}+03 \text{ mm}^2$
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	$y_{cg} = 15,4 \text{ mm}$
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	$z_{cg} = 60,0 \text{ mm}$
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	$I_y = 3,040\text{E}+06 \text{ mm}^4$
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	$I_z = 3,120\text{E}+05 \text{ mm}^4$
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	$i_y = 47,8 \text{ mm}$
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	$i_z = 15,3 \text{ mm}$
moment tuhosti v prostém kroucení	$I_k = 2,310\text{E}+04 \text{ mm}^4$
Výsečové charakteristiky	
y-ová souřadnice středu smyku v těžišťovém souřadném systému	$y_{sc} = -30,8 \text{ mm}$
z-ová souřadnice středu smyku v těžišťovém souřadném systému	$z_{sc} = 0,0 \text{ mm}$
výsečový moment setrvačnosti ke středu smyku	$I_{\omega,s} = 6,680\text{E}+08 \text{ mm}^6$

Materiál

Název: EN 10025 : Fe 360

Materiálové charakteristiky:

Modul pružnosti E : 210000 MPaModul pružnosti ve smyku G : 81000 MPaMez kluzu f_y : 235,0 MPaMez pevnosti f_u : 360,0 MPa

Zatížení - vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 2

Kombinace č.1 - G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]	T _t [kNm]	T _ω [kNm]	B[kNm ²]
Max. hodnota	0,000	2,853	5,646	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Min. hodnota	0,000	-2,853	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Kombinace č.2 - Q3:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]	T _t [kNm]	T _ω [kNm]	B[kNm ²]
Max. hodnota	0,000	3,603	7,896	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Min. hodnota	0,000	-3,603	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Vzpěr**Vzpěr při vybočení kolmo k ose z:**

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč. vzp. délky k _z	Vzpěrná délka L _{cr,z} [m]
1	0,000	6,000	6,000	1,000	6,000

Vzpěr při vybočení kolmo k ose y:

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč. vzp. délky k _y	Vzpěrná délka L _{cr,y} [m]
1	0,000	6,000	6,000	1,000	6,000

Klopení

S klopením se nepočítá

3.2 Výsledky**Mezivýsledky****Zatřídění průřezu:**

$$\varepsilon = \sqrt{(235,0 / f_y)} = \sqrt{(235,0 / 235,0)} = 1,000$$

Zatřídění stojiny:

$$c = 89,4 \text{ mm}$$

$$t = 4,8 \text{ mm}$$

$$c/t = 18,6; \quad 18,6 < 33,0; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění horní pásnice:

$$c = 39,7 \text{ mm}$$

$$t = 7,8 \text{ mm}$$

$$c/t = 5,1; \quad 5,1 < 9,0; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění dolní pásnice:

$$c = 39,7 \text{ mm}$$

$$t = 7,8 \text{ mm}$$

$$c/t = 5,1; \quad 5,1 < 9,0; \quad \text{Třída 1}$$

Průřez spadá do třídy 1

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

$$\text{Smyková plocha } A_{v,z} = 6,147\text{E}02 \text{ mm}^2$$

$$\text{Smyková únosnost průřezu } V_{pl,Rd,z} = 83,406 \text{ kN}$$

Smyková únosnost při boulení:

$$d/t_w = 18,6 < 69,0$$

Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno

$$\text{Smyková únosnost při boulení } V_{ba,Rd,z} = 83,406 \text{ kN}$$

$$\text{Výpočtová únosnost ve smyku } V_{Rd,z} = 83,406 \text{ kN}$$

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

$$\text{Smyková plocha } A_{v,y} = 7,153\text{E}02 \text{ mm}^2$$

$$\text{Smyková únosnost průřezu } V_{pl,Rd,y} = 97,045 \text{ kN}$$

Výpočet únosnosti v tahu

$$V_z \leq 0,5 \cdot 83,406 \text{ kN} \Rightarrow \text{"malý smyk" ve směru osy z}$$

$$V_y \leq 0,5 \cdot 97,045 \text{ kN} \Rightarrow \text{"malý smyk" ve směru osy y}$$

$$\text{Výpočtová únosnost v tahu } N_{t,Rd} = 312,550 \text{ kN}$$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_y

$V_z \leq 0.5 \cdot 83,406 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 \cdot 97,045 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul $W_{pl,y} = 5,926E04 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,y} = 13,925 \text{ kNm}$

Výpočet klopení se neprovádí

Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,y} = 13,925 \text{ kNm}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_z

$V_z \leq 0.5 \cdot 83,406 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy z

$V_y \leq 0.5 \cdot 97,045 \text{ kN} \Rightarrow$ "malý smyk" ve směru osy y

Plastický průřezový modul $W_{pl,z} = 1,660E04 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,z} = 3,901 \text{ kNm}$

Výpočet klopení se neprovádí

Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,z} = 3,901 \text{ kNm}$

Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
V_z	0,750 kN	83,406 kN	0,9 %	Vyhovuje
V_y	0,000 kN	97,045 kN	0,0 %	Vyhovuje

Posouzení kombinace osově síly a ohybových momentů**Posudek nejnepříznivější kombinace prostého tahu a ohybu:**

Posouzení pro vzpěr Y:

$|0,000 + 0,567 + 0,000| < 1$

$0,567 < 1 \Rightarrow$ Vyhovuje

Celkové posouzení

Výsledky pro zatěžovací případ: Kombinace č.2 - Q3:G1+G2

Třída průřezu: 1

Posudek smyku od posouvající síly V_z :

$0,750 \text{ kN} < 83,406 \text{ kN}$ **Vyhovuje**

Vnitřní síly: $N = 0,000 \text{ kN}$; $M_y = 7,896 \text{ kNm}$; $M_z = 0,000 \text{ kNm}$

Posudek nejnepříznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Únosnosti: $M_{y,R} = 13,925 \text{ kNm}$

$|0,000 + 0,567 + 0,000| = |0,567| < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 391,7

Průřez vyhovuje

Využití

Využití průřezu: 56,7 %