

**Ing. Jiří Vyhnálek, Ph.D. - STATIKA s.r.o.**  
**Mladeč 56, 783 21 Chudobín, provozovna: Rooseveltova 80, Olomouc**  
 IČ: 28599055 DIČ: CZ28599055  
 tel: +420777294386,605229149 e-mail: vyhnalekjrka@seznam.cz

<b>Vypracoval:</b>		<b>Ved.projektant:</b>		<b>Kontroloval:</b>	
Ing.J.Vyhnálek,Ph.D.		Ing. Miroslav Geryk		Ing.J.Vyhnálek,Ph.D.	
<b>Kraj:</b>	Moravskoslezský	<b>Obec:</b>	Krnov		
Investor: Město Krnov					
<b>Akce:</b> <b>ZÁKLADNÍ ŠKOLA, ŽIŽKOVA 3, KRNOV</b> <b>STAVEBNÍ ÚPRAVY STŘECHY</b> <b>TĚLOCVIČNY</b>				<b>Stupeň</b>	DSR
				<b>Datum</b>	03/2015
				<b>Formát</b>	
				<b>Zakázka</b>	<b>15 - 391 - 51</b>
<b>Název přílohy:</b> <b>STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ</b>				<b>Měřítko</b>	<b>Číslo</b> <b>přílohy :</b>

## SEZNAM DOKUMENTACE

(391-51 ZŠ Žižkova, Křnov, střecha tělocvičny)

- 02. Technická zpráva
- 03. Statický výpočet
- 04. Půdorysné schéma vazníku
- 05. Stávající vazník
- 06. Nový vestavěný vazník svařovaný
- 07. Nový vestavěný vazník šroubovaný

## SEZNAM DOKUMENTACE

(391-51 ZŠ Žižkova, Křnov, střecha tělocvičny)

- 02. Technická zpráva
- 03. Statický výpočet
- 04. Půdorysné schéma vazníku
- 05. Stávající vazník
- 06. Nový vestavěný vazník svařovaný
- 07. Nový vestavěný vazník šroubovaný

## SEZNAM DOKUMENTACE

(391-51 ZŠ Žižkova, Křnov, střecha tělocvičny)

- 02. Technická zpráva
- 03. Statický výpočet
- 04. Půdorysné schéma vazníku
- 05. Stávající vazník
- 06. Nový vestavěný vazník svařovaný
- 07. Nový vestavěný vazník šroubovaný

## SEZNAM DOKUMENTACE

(391-51 ZŠ Žižkova, Křnov, střecha tělocvičny)

- 02. Technická zpráva
- 03. Statický výpočet
- 04. Půdorysné schéma vazníku
- 05. Stávající vazník
- 06. Nový vestavěný vazník svařovaný
- 07. Nový vestavěný vazník šroubovaný

**Ing. Jiří Vyhnálek, Ph.D. - STATIKA s.r.o.**  
**Mladeč 56, 783 21 Chudobín, provozovna: Rooseveltova 80, Olomouc**  
IČ: 28599055 DIČ: CZ28599055  
tel: +420777294386,605229149 e-mail: vyhnalekjirka@seznam.cz

<b>Vypracoval:</b>	<b>Ved.projektant:</b>	<b>Kontroloval:</b>								
Ing.J.Vyhnálek,Ph.D.	Ing. Miroslav Geryk	Ing.J.Vyhnálek,Ph.D.								
Kraj:	Moravskoslezský	Obec: Krnov								
Investor: Město Krnov										
<b>Akce:</b> <b>ZÁKLADNÍ ŠKOLA, ŽIŽKOVA 3, KRNOV</b> <b>STAVEBNÍ ÚPRAVY STŘECHY</b> <b>TĚLOCVIČNY</b>		<table><tr><td>Stupeň</td><td>DSR</td></tr><tr><td>Datum</td><td>03/2015</td></tr><tr><td>Formát</td><td></td></tr><tr><td>Zakázka</td><td><b>15 - 391 - 51</b></td></tr></table>	Stupeň	DSR	Datum	03/2015	Formát		Zakázka	<b>15 - 391 - 51</b>
Stupeň	DSR									
Datum	03/2015									
Formát										
Zakázka	<b>15 - 391 - 51</b>									
Název přílohy: <b>TECHNICKÁ ZPRÁVA</b>		<table><tr><td>Měřítko</td><td>Číslo přílohy : <b>02.</b></td></tr></table>	Měřítko	Číslo přílohy : <b>02.</b>						
Měřítko	Číslo přílohy : <b>02.</b>									

## 1. ÚVOD

Předmětem dokumentace prohlídka, statický posudek stávajících střech tělocvičny a návrh posílení nosné konstrukce střešního pláště. Tato dokumentace je zpracována v rámci projektu stavby pro opravu střechy. Důvodem těchto prací byly viditelné poruchy nosných plechů střechy. V roce 2010 byly změněny předpisy o statickém posuzování staveb, jedná se o přechod na evropské normy, proto by mělo dojít i ke statickému posudku nosné konstrukce střechy na zatížení dle současných předpisů. Bylo by možné posouzení omezit na prohlídku a konstatování, že střecha dosud bez závad slouží svému účelu, ve smyslu článku 8 ČSN 73 0038, při prohlídce však byly zjištěny poruchy, čili je třeba statické posouzení.

Konstrukce je posuzována jako hala s příhradovým vazníkem typu MSOB Hal, čili typová skeletová konstrukce, ale atypický vazník.

V rámci předchozího průzkumu byly prováděny sondážní práce, byla v sondách zjišťována skutečná skladba střešního pláště, objemové hmotnosti rozhodujících materiálů, pevnosti zjišťovány nebyly, nebylo to zapotřebí. Následně byl proveden podrobný statický přepočít vazníku s navrženými variantami opatření. Byla vyhodnocena jako nejlepší varianta ponechání stávající střechy a posílení střechy vloženými vazníky mezi stávající. Tato je předmětem projektu. Jedná se o tedy o dodatečná opatření ve stávající nosné konstrukci.

Stávající konstrukce haly pak nejsou vestavbou dotčeny s výjimkou celkem zanedbatelného přitížení od vlastní konstrukce nových ocelových vazníků. Součástí je podrobný statický výpočet zpracovaný v dohodnuté podrobnosti.

Dokumentace je zpracována v podrobnosti projektu pro realizaci. Pro výrobu bude následně dopracován v rámci výrobní dokumentace. Zde zdůrazňuji, že je nutno před realizací díla v rámci dodavatelské dokumentace provést doměření do podrobnosti nutné pro výrobu a montáž, jedná se zejména o úložné sloupky a současný průhyb střechy.

Dokumentace obsahuje tuto technickou zprávu a podrobný statický výpočet, kde jsou uvedena schémata nosníků, spojů apod. a přehledné výkresy ocelové konstrukce včetně základních výkresů podrobností.

Dokumentace navazuje na předchozí posudky autora vydané pod č. 391-81 a 391-82, 391-41 kde jsou uvedeny podrobnosti vývoje kauzy i podrobnosti statického působení.

## **a. Popis navrženého konstrukčního systému stavby**

Jedná se o typový skelet železobetonový MSOB, který se hojně na severní a střední Moravě používal pro občanskou výstavbu. Právě pro halové objekty byl skelet přizpůsoben vložím ocelové střechy, i ta byla většinou typová. V našem případě však na tělocvičnu navazuje sociální zázemí z betonového skeletu, střecha je pak pultová atypická.

Nosnou konstrukci pak tvoří plech VSŽ 12004, čili výšky 80mm s tloušťkou plechu 1.5mm. Do plechu je dle původní dokumentace zalita betonová deska bez výztuže 30mm nad vlnu, pak následuje v té době obvyklá skladba střešního pláště, v nedávné době doplněná novou izolací. Podařilo se dohledat původní výkres ocelového vazníku, kde je i uvedeno na jaké zatížení byl vazník dimenzován. Jedná se o výkres Stavoprojektu Ostrava z 05/1973 č. 04-Z18

- Váha krytina vč. plechů  $161\text{kp/m}^2$
- Vlastní váha  $40\text{kp/m}^2$  - nikoliv na běžný metr
- Sníh  $100\text{kP/m}^2$

Tyto tíhy neodpovídají použité skladbě na stavebním výkresu ta je celkem o 44% vyšší, vlastní tíha nosníku je pak ve skutečnosti  $40\text{kp/m}$ , čili není přenásobená vzdáleností vazníků, která je 2.4m. Tíha sněhu odpovídá tehdejšímu předpisům.

V době nedávné došlo k přitížení konstrukce stálým zatížením dodatečnou izolací v řádu kolem  $0.10\text{kN/m}^2$ . podle nového předpisu klimatického zatížení je Krnov ve II. Sněhové oblasti což obnáší  $0.8\text{kN/m}^2$ , podle sněhové mapy ČHMÚ je sníh asi o 2% nižší. Projektant zateplení tedy využil rezervy v únosnosti, které bylo možno vyčíst z podkladů stávajícího stavu a instalaci dodatečného přitížení je možno hodnotit v dané době jako možnou a prověřenou.

Následně pak byly provedeny sondy do střešního pláště, které potvrdily skutečnou tíhu střešního pláště, ta odpovídá údajům ze stavebního výkresu, nejsou zde tedy použity lehčené materiály. Střešní krytina má tedy tíhu  $3.13\text{kN/m}^2$ , oproti dovoleným  $1.61\text{kN/m}^2$ .

Smyslem mé prohlídky bylo provést kontrolu ocelové konstrukce střechy zejména zespodu viditelných poruch v trapézovém plechu. Za tímto účelem bylo postaveno lešení pod vizuálně nejhorším místem. Prohlídkou bylo zjištěno, že beton ve vlnách je místy již zcela

degradován, lze jej loupát prsty. Původní plech je v těchto místech také zcela zkorodován a vyhnut dolů. Na plech i beton působila nezanedbatelná objemová síla. V našem případě se mohlo jednat pouze o místně poškozenou izolaci spolu s kondenzací vody, kdy nekvalitní beton zálivky s kavernami (tento beton nebyl nosný, jednalo se pouze o výplň) nasýtil vodou a následně přemrzl. Pokud se to opakovalo častěji, pak tomu dnes viditelná porucha zcela odpovídá. V současnosti je krytina proti vodě opravena a je doplněna tepelná izolace, takže nedochází ani k průsaku dešťové vody ani ke kondenzaci vody v tělocvičně. Příčina pozorované poruchy je tedy již odstraněna, porucha se dál nebude rozvíjet, je tedy pouze třeba odstranit následky dědictví po špatně provedené střeše. Přetížení dodatečnou ocelovou konstrukcí by bylo zanedbatelné, takže z tohoto důvodu nebylo třeba prověřovat únosnost střechy jako celku.

Všiml jsem si však ještě jednoho problému, který si dle mého názoru vyžadoval pozornost. Jedná se o příliš štíhlé tlakové diagonály - šikmé pruty mezi horním a spodními pasy. Proto jsem provedl podrobný statický přepoččet tohoto vazníku a zjistil, že ve svých tlakových diagonálách – kulatina Ø22mm je překročena mezní štíhlost předepsaná předchozími předpisy (tedy těmi z doby vzniku), ale i vlastní únosnost. Únosnost těchto prvků je pokryta cca z 35% potřeby, tedy nevyhovuje ani pro zatížení stálé. Tato situace nevznikla při poslední úpravě, je zde od počátku, kdy stavba se dostala do provozu.

Bylo by asi vhodné trochu vysvětlit to, že tlačené diagonály a pasy nevyhovují tak moc, a stavba sloužila bez poruch ( pro vazníky) cca 40 let. Jedná se totiž o stabilitní problém, není problém s prostou únosností těchto prvků, ty jsou namáhány na cca 70% své únosnosti – prostou únosností se rozumí únosnost krátkého válečku zatíženého tlakovou silou, který nemůže vybočit. U dlouhých prutů dochází ke ztrátě únosnosti právě vybočením, to známe i z běžného života. Právě tato vzpěrná únosnost je překročena o cca 190%. Proč tedy ještě nedošlo k havárii? Jednoduše proto, že dosud zde nebyl impuls pro ztrátu této stability, to ale nemusí platit zítra nebo pozítří. Mechanismus havárie je v těchto případech náhlý, vybočení jednoho prutu proběhne velmi rychle, dojde k přetížení prutů dalších a porucha se rozšíří na celou střechu.

**Střechu je tedy nutno chápat jako nevyhovující pro plné navržené zatížení. Tento stav není nový.**

Příčinou tohoto stavu je nevyhovující původní návrh střechy. Další úpravy ani poruchy střešního pláště nemají na popsany stav vliv.

Ve v předchozím statickém výpočtu je provedeno porovnání posouzení dle zatížení „, na které byl vazník dimenzován“ a skutečného stavu. Přehledně je to uvedeno na poslední straně výpočtu.

### **Okamžitá opatření**

Pro další využití je možno považovat současný stav, tedy stav bez vnějšího užitého zatížení, za prověřený 40-ti letým provozem. Pokud porovnáme přetížení konstrukce pouze pro zatížení stále, pak je mírně přetížena s tím, že v historii byla konstrukce již jistě zatížena více. Toto lze považovat za dostatečný průkaz provizorní bezpečnosti.

Pokud však napadne sníh v takové intenzitě, že je to více jak 10% celkového návrhového sněhu (cca  $12\text{kg/m}^2$ ), pak mám za to, že je třeba provoz v tělocvičně do odtátí sněhu přerušit. Druhým impulzem pro přerušení provozu může být vítr, ale ten pouze v intenzitě, kdy vydává varování ČHMÚ.

### **Možnosti opravy**

Navrhnul jsem prověření skutečné skladby střešního pláště pomocí několika sond. Jednalo se o celkový sled vrstev až po trapézový plech včetně objemové tíhy betonů. Ve výkresové dokumentaci není zmínka o lehčených betonech, ale rozpor ve stálém zatížení v původním projektu by tomu napovídal. To se bohužel nepotvrdilo, další výpočet pak pracuje se skutečným stavem ověřeným sondami.

Zjištění skutečné skladby pláště bude zároveň podkladem k návrhu na opatření. Jako první variantu lze navrhnout odlehčení střechy. Pokud ale provedeme rozbor zatížení, pak je rozhodující beton nad nosným plechem. Už ten stačí k tomu, aby konstrukce vazníku byla přetížena ve více jak polovině profilů. Při odstranění i tohoto betonu se pak poškodí i subtilní vazníky a jejich oprava bude pravděpodobně dražší než instalace nových. K tomu je třeba přičíst rizika pro podlahu tělocvičny při bourání apod. Tato varianta je jistě technicky možná. Provozně i finančně však bude nevyhovující, proto s ní nebude dále pracováno.

Druhá varianta je posílení stávajících vazníků. Pokud se však zamyslíme nad pracností celého tohoto procesu, kdy bude třeba v podstatě kolem vaznice navařit ve výšce vazník nový, pak ani tuto variantu nedoporučuji.

Za nejvhodnější proto považuji původní vazníky ponechat, pouze posílit druhé tlačené diagonály a porušené prvky. Mezi vazníky pak vložit nové ocelové vazníky, které by se montovaly z plošiny a šroubovaly. Jediným zásahem do střechy by byl pronik se stávajícím podélným ztužidlem, ale i ten lze provést. Tuto variantu doporučuji jako nejšetrnější a provozně nejpríznivější.

### **Návrh stavebních úprav**

Mezi stávající vazníky se tedy vloží vazníky nové. Ty budou dimenzovány v podstatě na 75% celkového zatížení střechy. Pokud bychom jim přisoudili polovinu, která vychází z geometrie, pak by i po odlehčení byly stávající vazníky nevyhovující. Stávajícím vazníkům je tedy ponechána ta část zatížení, kterou jsou schopny bezpečně zvládnout a zároveň nové vazníky jsou schopny přenést celkové charakteristické zatížení střechy, tedy zatížení bez součinitelů.

Vazníky se uvažují ze tří montážních dílů. Dva krajní a střední díly se budou stykovat v místě stávajícího podélného ztužidla. Při montáži bude nutno vždy horní pas ztužidla přerušit a následně navařit na nový vazník. Spodní pas ztužidla zůstane zachován, bude přichycen i k novému vazníku. Přerušení horního pasu ztužidla by nemělo vyvolat posun horního pasu vazníku, ten by měl být stabilizován spojením s plechem. Spojení pasů bude tedy šroubované. Montáž bude třeba provádět postupně, osadí se vazník, zmonolitní se, navaří se horní pas ztužidla a bude následovat další vazník. V dokumentaci jsou navrženy dva typy vazníků, šroubovaná varianta z jednotlivých prvků i svařovaná varianta po třech montážních celcích. Zhotovitel si vybere pro sebe vhodnější variantu i s ohledem na dopravní dostupnost do tělocvičny. Při montáži je třeba zohlednit i stávající průhyb střechy, ten ve výkresech zohledněn není, zalomení pak doporučuji realizovat v montážních spojích. Horní pas pak podepřít přes podložky pod každou vlnou. K tomu však bude zapotřebí podrobné doměření. To stejné se pak týká i sloupků pro uložení vazníků, ty jsou na každé straně jiné a musí se přizpůsobit stávající konstrukci železobetonových rámců i vlastní střechy.

V malé tělocvičně jsou vazníky podepřeny příčkou. Ta z něj dělá nosník o dvou polích se všemi důsledky, ale pozor také nemusí. Vazník mohl a také pravděpodobně byl montován



včetně celé skladby střešního pláště ještě před osazením příčky. Vazník pak nepodepírá příčky, ale naopak, stabilitu příček zajišťuje vazník. Celé stálé zatížení tedy proběhlo na prostém nosníku, spojitý nosník pak přebírá pouze zatížení nahodilé. To by byla nejpravděpodobnější varianta. I tato varianta ovšem nezaručí bezpečnost vazníku ve stávajícím stavu. Zlepší se situace u pasů, ale zhorší se stav u tlačných diagonál, proto je nutno i zde počítat s osazením nových vazníků. V realizaci pak možná bude možno odlehčit nové konstrukci, ale to vyžaduje podrobný rozbor. Na koncepci díla to nic nemění.

Je třeba se ještě zmínit o prvotním problému střechy a to zkorodovaným plechům. Plechy budou v novém stavu podepřeny po 1.2m namísto původních 2.4m, napětí v plechu tedy teoreticky se sníží na  $\frac{1}{4}$  původní hodnoty. To by mělo být dostatečné pro zajištění bezpečnosti plechů. Proti odpadávání kousků pak navrhuji osadit síť s oky cca 10mm, která je schopna zachytit i větší břemeno. V současnosti se síť hojně používají k zajištění poškozených říms, kde je větší hmotnost. Nedoporučuji prostor zakrýt, pak nebude větrat, v současnosti měření vlhkosti prokázalo nezvýšené hodnoty vlhkosti, střecha je izolovaná, nedochází tedy ke kondenzaci, střecha je opravená, čili ani nedochází k protečení. Není tedy důvod k pokračující korozi, pouze ze zbytkové vlhkosti, a ta by měla být odvětrána. Síť jsou plastové nemají neomezenou trvanlivost, po čase menším než je trvanlivost stavby se musí v rámci údržby vyměnit. Délka tohoto intervalu bude dle podkladů výrobce, je obvyklé, že dražší síť vydrží déle a naopak.

Provedení všech konstrukcí bude svařované dílensky, tloušťky svarů budou odpovídat tloušťkám připojovaných prvků. Montážní spoje mohou být šroubované, možno je i dodatečně vařit.

## **b. Navržené materiály**

Při stavbě se uvažuje s použitím následujících materiálů.

- Ocel konstrukční se uvažuje z S 235, ocel S355 je doporučena, ale není staticky nutná, čili se s ní neuvažuje, výrobní skupina EXC2
- Šrouby konstrukční 8.8
- Nátěrový systém není řešen, bude obdobný jako u ostatních konstrukcí v hale.

### **c. Hodnoty užitných a klimatických zatížení**

- Klimatické zatížení sněhem zde ve druhé sněhové oblasti tedy  $1.0 \text{ kN/m}^2$ .
- Klimatické zatížení větrem je pro II. Větrovou oblast – rychlost  $25 \text{ m/s}$  v referenční výšce a II. Kategorii terénu.

### **d. Návrh zvláštních a neobvyklých konstrukcí**

Z hlediska statiky zde nejsou neobvyklé konstrukce. Jsou dostatečně vysvětleny v textu nebo v dokumentaci.

### **e. Technologické podmínky postupu prací**

Tyto podmínky jsou na staveništi obvyklé, záleží na vybraném zhotoviteli a jeho pracovním harmonogramu. Základní podmínkou je postupná montáž vazníků, je možno pro urychlení postupovat z obou stran. Při montáži nesmí být střecha zatížena sněhem ani jiným zatížením.

### **f. Zásady pro provádění bouracích prací a výkopů**

Zde nejsou v podstatě uvažovány

### **g. Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí**

Nejsou zvláštní požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí.

## **h. Použité podklady, normy apod.**

- Původní dokumentace byla k dispozici pouze částečně
- Umístění nových konstrukcí – stavební projektant a investor
- Vlastní prohlídka stavby
- Příslušné ČSN:

73 0035 Zatížení stavebních konstrukcí ve znění EN 1990 a EN1991

73 0038 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí

73 1401 Navrhování ocelových konstrukcí ve znění EN1993

Pro návrh konstrukce byl použit softwarový systém NEXIS 32 firmy SCIA CZ

## **i. Požadavky na rozsah a obsah dílenské dokumentace**

V rámci této stavby nejsou zvláštní požadavky na rozsah dokumentace pro provedení stavby., zde je uveden obvyklý rozsah dle přílohy č. 2 vyhl. 499/06Sb. Tato dokumentace nenahrazuje dokumentaci dílenskou, před realizací je třeba doměřit kóty nutné pro výrobu, viz předchozí text.

## **2. ZÁVĚR**

Podrobnosti pro stavbu budou uvedeny v případné dodavatelské dokumentaci. Bezpečnost práce je podle platných předpisů. Bezpečnostní pravidla při stavbě jsou dále doplněna ve zprávě a stavebně architektonickému řešení.

## VÝPIS MATERIÁLU

AKCE:	ZČ KRNOV - OPRAVA STŘECHY TĚLOCVIČNÝ
-------	--------------------------------------

ČAST:	Nový vazník - svařovaný
-------	-------------------------

OCEL:	S 235	HMOTNOST HMOTNOST
-------	-------	-------------------

PROFIL	POPIS	DÉLKA mm PLOCHA m <sup>2</sup>	KUS	CELKEM DÉLKA m	kg/m'	CELKEM kg
HEA 120	HORNÍ PAS	5860	2	11,72	19,90	233,23
HEA 120	HORNÍ PAS	4150	1	4,15	19,90	82,59
HEA 100	DOLNÍ PAS	4150	3	12,45	16,70	207,92
P16-140/220	SPOJOVACÍ DESKY	220	4	0,88	17,51	15,41
P25-140/220	SPOJOVACÍ DESKY	220	4	0,88	27,48	24,18
2x M20 (8.8)	SPOJOVACÍ ŠROUB		4			
2x M24 (8.8)	SPOJOVACÍ ŠROUB		4	0,00	18,80	0,00
TR. 57/6	VZPĚRKA	1820	2	3,64	7,55	27,47
TR. 51/4	PŘÍČEL	1110	12	13,32	4,61	61,41
TR. 51/4	PŘÍČEL	1090	4	4,36	4,61	20,10
P10-160/330	STYČNIKOVÝ PLECH	330	2	0,66	12,56	8,29
P10-130/490	STYČNIKOVÝ PLECH	490	2	0,98	10,21	10,01
P8-130/150	STYČNIKOVÝ PLECH	150	2	0,30	8,16	2,45
P8-130/300	STYČNIKOVÝ PLECH	300	11	3,30	8,16	26,93
P8-130/130	STYČNIKOVÝ PLECH	130	4	0,52	8,16	4,24
TR. 150/150/6,3	KOTVENÍ	500	2	1,00	28,30	28,30
P12-200/350	KOTEVNÍ PLECH	350	4	1,40	18,84	26,38
2x M16	KOTEVNÍ ŠROUB		4			
P8-70/245	STYČNIKOVÝ PLECH	245	2	0,49	4,40	2,16
4x M20 (8.8)	SPOJOVACÍ ŠROUBY		4			
SPOJOVACÍ PLECHY, SVARY A POMOCNÝ MATERIÁL 7%						54,67
<b>HMOTNOST CELKEM kg</b>						<b>835,71</b>

VÝPIS MATERIÁLU						
AKCE:		ZČ KRNOV - OPRAVA STŘECHY TĚLOCVIČNÝ				
ČAST:		Nový vazník - šroubovaný				
OCEL:		S 235		HMOTNOST HMOTNOST		
PROFIL	POPIS	DĚLKA mm PLOCHA m2	KUS	CELKEM DĚLKA m	kg/m'	CELKEM kg
HEA 120	HORNÍ PAS	5860	2	11,72	19,90	233,23
HEA 120	HORNÍ PAS	4150	1	4,15	19,90	82,59
HEA 100	DOLNÍ PAS	4150	3	12,45	16,70	207,92
P16-140/220	SPOJOVACÍ DESKY	220	4	0,88	17,51	15,41
P25-140/220	SPOJOVACÍ DESKY	220	4	0,88	27,48	24,18
2x M20 (8.8)	SPOJOVACÍ ŠROUB		4			
2x M24 (8.8)	SPOJOVACÍ ŠROUB		4	0,00	18,80	0,00
TR. 57/6	VZPĚRKA	1660	2	3,32	7,55	25,05
TR. 51/4	PŘÍČEL	820	2	1,64	4,61	7,56
TR. 51/4	PŘÍČEL	870	10	8,70	4,61	40,11
TR. 51/4	PŘÍČEL	850	4	3,40	4,61	15,67
P8-70/245	STYČNÍKOVÝ PLECH	245	4	0,98	4,40	4,31
4x M20 (8.8)	SPOJOVACÍ ŠROUBY		8			
P8-70/250	STYČNÍKOVÝ PLECH	250	2	0,50	4,40	2,20
4x M12 (8.8)	SPOJOVACÍ ŠROUBY		4			
P8-70/210	STYČNÍKOVÝ PLECH	210	30	6,30	4,40	27,72
4x M12 (8.8)	SPOJOVACÍ ŠROUBY		60			
P10-160/330	STYČNÍKOVÝ PLECH	330	2	0,66	12,56	8,29
P10-140/490	STYČNÍKOVÝ PLECH	490	2	0,98	10,99	10,77
P8-140/160	STYČNÍKOVÝ PLECH	160	2	0,32	8,79	2,81
P8-140/135	STYČNÍKOVÝ PLECH	135	4	0,54	8,79	4,75
P8-140/320	STYČNÍKOVÝ PLECH	320	11	3,52	8,79	30,94
TR. 150/150/6,3	KOTVENÍ	500	2	1,00	28,30	28,30
P12-200/350	KOTEVNÍ PLECH	350	4	1,40	18,84	26,38
2x M16	KOTEVNÍ ŠROUB		4			
SPOJOVACÍ PLECHY, SVARY A POMOCNÝ MATERIÁL 7%						55,87
HMOTNOST CELKEM kg						854,05

**Ing. Jiří Vyhnálek, Ph.D. - STATIKA s.r.o.**  
**Mladeč 56, 783 21 Chudobín, provozovna: Rooseveltova 80, Olomouc**  
 IČ: 28599055 DIČ: CZ28599055  
 tel: +420777294386,605229149 e-mail: vyhnalekjirka@seznam.cz

<b>Vypracoval:</b>		<b>Ved.projektant:</b>		<b>Kontroloval:</b>	
Ing.J.Vyhnálek,Ph.D.		Ing. Miroslav Geryk		Ing.J.Vyhnálek,Ph.D.	
Kraj:	Moravskoslezský	Obec:	Krnov		
Investor: Město Krnov					
<b>Akce:</b> <b>ZÁKLADNÍ ŠKOLA, ŽIŽKOVA 3, KRNOV</b> <b>STAVEBNÍ ÚPRAVY STŘECHY</b> <b>TĚLOCVIČNY</b>				Stupeň	DSR
				Datum	03/2015
				Formát	
				Zakázka	<b>15 - 391 - 51</b>
Název přílohy: <b>STATICKÝ VÝPOČET</b>				Měřítko	Číslo přílohy : <b>03.</b>

	Vypracoval : Ing. Vyhnálek, Ph.D.	Stavba : Škola Krnov - Oprava střechy telocvičny Město Krnov	List č.:  1
	Datum : II..2015	Obsah : z.č. 15-391 - 51 Statický výpočet - projekt DRS	

## POŘADNOSTI SOND A PŘEDPOKLADY

### NOVÉ ZATEPLENÍ

$$0,14 \cdot 0,32 + 0,016 = 0,06 \text{ kJ/m}^2$$

### PŮVODNÍ STŘECHA

$$\text{ZIVĚNÁ izolace} \quad 0,02 \cdot 22 = 0,44 \text{ kJ/m}^2$$

$$\text{POTĚR} \quad 0,025 \cdot 22 = 0,55 \text{ kJ/m}^2$$

$$\text{HERAKLIT} \quad 0,05 \cdot 4,5 = 0,23 \text{ kJ/m}^2$$

$$\text{POLYSTYREN} \quad 0,05 \cdot 1,0 = 0,05 \text{ kJ/m}^2$$

$$\text{DŘEVO} \quad (0,03 + 0,10 \cdot 0,076/0,2) \cdot 23 = 1,56 \text{ kJ/m}^2$$

$$\text{PLATEH VSÍ 12004} \quad 0,24 \text{ kJ/m}^2$$

$$\text{PŮVODNÍ STÁLE BĚLOK} \quad 3,13 \text{ kJ/m}^2$$

### ZATEPLENÍ NA VÁZNIKU

$$\text{STÁLE} \quad 0,40 + 2,40 \cdot 3,13 = 7,91 \text{ kJ/m}^2 \cdot 1,35 = 10,7 \text{ kJ/m}^2$$

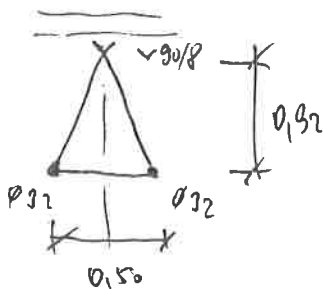
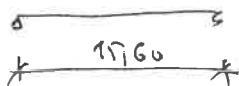
$$\text{STŘEHA} \quad 2,40 \cdot 0,8 = 1,92 \text{ kJ/m}^2 \cdot 1,35 = 2,58 \text{ kJ/m}^2$$

$$\underline{9,83 \text{ kJ/m}^2} \quad \underline{13,6 \text{ kJ/m}^2}$$

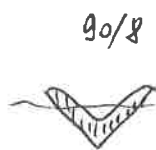
$$M_{ed} = \frac{1}{2} \cdot 13,6 \cdot 15,6^2 = 414 \text{ kNm}$$

$$r_{pasech} \quad H = 414 / 0,92 = 450 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = \frac{1}{2} \cdot 13,6 \cdot 15,6 = 106,1 \text{ kN}$$



Vypracoval : Ing. Vyhnanek, Ph.D.	Stavba : Škola Krnov - Oprava střechy telocvičny Město Krnov	List č.:  2
Datum : II. 2015	Obsah : z.č. 15-391 - 51 Statický výpočet - projekt DRS	



Dolní pás 2 Ø 32 - A : 2 · 1608 mm<sup>2</sup>

$$\sigma = 450 / 1608 = 280 \text{ MPa} > f_y = 235$$

- prostý pás

$$M_{\text{před}} = 1608 \cdot 235 / 10 = 378 \text{ kN} < M_{\text{ed}}$$

$$450 / 378 = 1,19$$

Horní pás

- bez ohybu

$$A = 1390 \text{ mm}^2$$

$$l_g = 830 \text{ mm} \rightarrow \lambda = 830 / 17,7 = 46,9 \rightarrow \bar{\lambda} = 0,13$$

$$\rightarrow \chi_c = 0,843$$

$$M_{\text{před}} = 0,843 \cdot 1390 \cdot 235 / 10 = 275 \text{ kN} < 450 \text{ kN}$$

- ohyb

$$M_{\text{ed}} = 1/12 \cdot 13,6 \cdot 0,843^2 = 0,805 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{před}} = 0,0123 \cdot 235 / 10 = 2,85 \text{ kNm}$$

$$450 / 275 + 0,805 / 2,85 = 1,636 + 0,278 = 1,92$$

$$1,92 > 1,00$$

První tážma diagonála

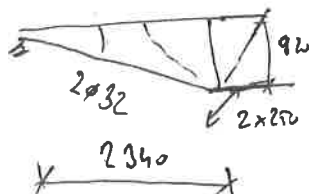
2 Ø 32 - protažení pásu

$$\alpha = 21,5^\circ$$

$$D = 106,1 / 2 / \sin 21,5^\circ = 145 \text{ kN} < 378 \text{ kN}$$

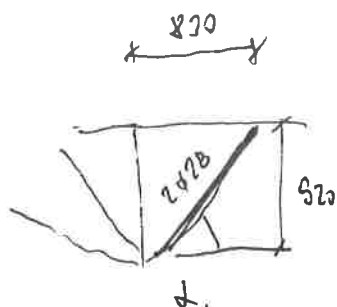
vyhoví

$$l_g = 520 / 2340$$





Vypracoval : Ing. Vyhnanek, Ph.D.	Stavba : Škola Krnov - Oprava střechy tělocvičny Město Krnov	List č.:  3
Datum : II..2015	Obsah : z.č. 15-391 - 51 Statický výpočet - projekt DRS	



$$\alpha = 47.9$$

### PRVNÍ TLAČIVA DIAGONÁLA

$$\varnothing 28 \text{ mm} \quad i = 7 \text{ mm}$$

$$A = 615 \text{ mm}^2$$

$$l_{\text{eff}} = \sqrt{0.83^2 + 0.92^2 + 0.71^2} = 1.266$$

$$\lambda = 1266 / 7 = 180.5 \rightarrow \bar{\lambda} = 1.92$$

$$\rightarrow \chi_c = 0.21$$

$$N_{\text{Ed}} = 0.21 \cdot 2 \cdot 0.612 \cdot 235 / 1.0 = 60.11 \text{ kN}$$

$$D = \underbrace{(106.1 - 2.34 \cdot 13.6)}_{74.3} / \alpha = 47.9^\circ = 100.1 \text{ kN} > 60.11 \text{ kN}$$

$$100.1 / 60.11 = 1.66$$

### DRUHÁ TLAČIVA DIAGONÁLA

$$\varnothing 22 \text{ mm} \quad i = 5.5 \text{ mm}$$

$$A = 380.1 \text{ mm}^2$$

$$\lambda = 1266 / 5.5 = 230 > \lambda_{\text{mer}}$$

$$\rightarrow \bar{\lambda} = 2.45 \rightarrow \chi_c = 0.137$$

$$N_{\text{Ed}} = 0.137 \cdot 2 \cdot 380 \cdot 235 / 1.0 = 24.6 \text{ kN}$$


$$D = \underbrace{(106.1 - 3.9 \cdot 13.6)}_{53.1} / \alpha = 47.9^\circ = 71.5 \text{ kN} > N_{\text{Ed}}$$

$$71.5 / 24.6 = 2.91$$

$$\text{Druhá} \quad D = \underbrace{(106.1 - 5.46 \cdot 13.6)}_{21.8} / \alpha = 47.9^\circ = 42.9 \text{ kN}$$

$$42.9 / 24.6 = 1.74$$

Vypracoval : Ing. Vyhnálek, Ph.D. Datum : II..2015	Stavba : Škola Krnov - Oprava střechy tělocvičny Město Krnov Obsah : z.č. 15-391 - 51 Statický výpočet - projekt DRS	List.č.: 4
	<p style="text-align: center;"><u>ZATÍŽENÍ PODLE STŘEŠ. S <math>s_g = 100</math></u></p> <p style="text-align: center;"><math>\eta = 7,51 / 13,6 = 0,58</math></p> <p>Dolní PAS      <math>0,58 \cdot 1,15 = 0,69</math></p> <p>Horní PAS      <math>0,58 \cdot 1,52 = 1,11</math> !</p> <p>Třetí diagonála      - u horní</p> <p>První tláčka      <math>0,58 \cdot 1,66 = 0,96</math></p> <p>Druhá tláčka      <math>0,58 \cdot 2,91 = 1,69</math> 0,08</p> <p>Třetí tláčka      <math>0,58 \cdot 1,74 = 1,01</math> !</p> <p>• <u>posílení hřebíky</u> ap. pro střeš.  <u>ZATÍŽENÍ.</u></p>	

	Vypracoval : Ing. Vyhnálek, Ph.D. Datum : II..2015	Stavba : Škola Krnov - Oprava střechy telocvičny -Město Krnov Obsah : z.č. 15-391 - 51 Statický výpočet - projekt DRS	List.č.: 5
	<p> <u>ΥΑΖΗΚ - ΥΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΣΤΑΥΑΙΛΙ</u>          ΥΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΣΤΑΥΑΙΛΙ - ΟΡΙΣΜΟΣ 2.8. 2.40 m          ΖΑΝΤΩΝΙ :          1) ΚΑΤΗΤΗ ΤΙΛΑ  <math>Q_1</math> ΣΤΑΙΛΙ - <math>3,13 \text{ kg/m}^2</math>  <math>- 0,75 \cdot 3,13 \cdot 2,40 = 5,60 \text{ kg/m}</math>          3. ΣΤΗΛΗ <math>0,80 \text{ kg/m}</math>  <math>0,75 \cdot 0,80 \cdot 2,40 = 1,44 \text{ kg/m}</math>          ΟΡΕΛ S 235 , σκ. ΕΧΕΛ          - ΑΝΑΜΕΝΟΝΑ 2Ε ΠΙΛΙΝΑ ΜΑΤΙΣΤΕ          - ΠΕΡΙΟΡΑ 75% ΟΡΙΣΜΟΣ ΖΑΝΤΩΝΙ  <math>1/1,35 = 0,74 &lt; 0,75</math>          ΗΟΡΗ ΠΑΙ ΗΕΑ 120          ΣΠΕΠ. ΠΑΣ ΗΕΑ 100          ΡΕΚΗ ΠΑΖΕΝΑ ΔΙΑΓΟΝΑΛΑ <math>\varnothing 57/5</math>          ΟΣΤΑΤΗ ΔΙΑΓΟΝΑΛΗ <math>\varnothing 51/4</math> </p>		

**Obsah**

Tvar	7
Základní data , použité materiály	7
Výpis materiálu	8
Uzly	8
Pruty	8
Průřez. charakteristiky , standardní popis , použité průřezy	9
Klouby	11
Podpory & Podloží	12
Zatěžovací stavy	12
Skupina nahodilých zatížení	12
Spojité zatížení	12
Kombinace	12
Vzpěrná délka	13
Protokol o výpočtu.	13
Deformace - uz na prutu(ech). Použ. kombi : 1 stálé	15
Deformace - uz na prutu(ech). Použ. kombi : 1/2	15
Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/4	16
Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/4	16
Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/4	17
Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/4	17
Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/4	18
Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/4	18
Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/4	19
Reakce. Únos. kombi : 1/4	19
Reakce (vše), kombi únos. (vše), lokální extrémy.	20
Reakce (vše), kombi použ. (vše), lokální extrémy.	20
EC3. Průřez - 1 vše. KÚ vše.	20
EC3. Průřez - 2 vše. KÚ vše.	21
EC3. Průřez - 3 vše. KP vše.	24
EC3. Průřez - 4 vše. KP vše.	25



Tvar

**Základní data****Typ konstrukce : Rám XZ**

Počet uzlů :	21
Počet prutů :	37
Počet maker 1D:	20
Počet linií :	0
Počet 2D maker :	0
Počet průřezů :	4
Počet stavů :	3
Počet materiálů:	1

**Materiál**

Jméno		
S 235		
Pevnost v tahu	360.000 MPa	
Mez kluzu	235.000 MPa	
Modul E	210000.00 MPa	
Poissonův souč.	0.30	
Objemová hmotnost	7850.000 kg/m <sup>3</sup>	
Roztažnost	0.012 mm/m.K	

**Výpis materiálu****Skupina prutů :****1/37**

čís.	Jméno	jakost	jednotková hmotnost kg/m	délka m	váha kg
1	HEA120	S 235	19.86	15.60	309.82
2	HEA100	S 235	16.64	10.92	181.73
3	B57/6.3	S 235	7.80	4.76	37.12
4	B51/4	S 235	4.59	20.80	95.50

Celková hmotnost konstrukce : 624.18 kg

Nátěrová plocha : 21.42 m<sup>2</sup>**Uzly**

uzel	X m	Z m
1	0.000	1.040
2	1.560	1.040
3	3.120	1.040
4	4.680	1.040
5	6.240	1.040
6	7.800	1.040
7	9.360	1.040
8	10.920	1.040
9	12.480	1.040
10	14.040	1.040
11	15.600	1.040

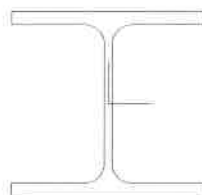
uzel	X m	Z m
12	2.340	0.000
13	3.900	0.000
14	5.460	0.000
15	7.020	0.000
16	8.580	0.000
17	10.140	0.000
18	11.700	0.000
19	13.260	0.000
20	15.400	1.040
21	0.200	1.040

**Pruty**

makro	prut	uzel 1	uzel 2	délka m	Rx deg	průřez	jakost
1	1	1	21	0.200	0.00	1 - HEA120	S 235
	2	21	2	1.360	0.00	1 - HEA120	S 235
	3	2	3	1.560	0.00	1 - HEA120	S 235
	4	3	4	1.560	0.00	1 - HEA120	S 235
	5	4	5	1.560	0.00	1 - HEA120	S 235
	6	5	6	1.560	0.00	1 - HEA120	S 235
	7	6	7	1.560	0.00	1 - HEA120	S 235
	8	7	8	1.560	0.00	1 - HEA120	S 235
	9	8	9	1.560	0.00	1 - HEA120	S 235
	10	9	10	1.560	0.00	1 - HEA120	S 235
	11	10	20	1.360	0.00	1 - HEA120	S 235
	12	20	11	0.200	0.00	1 - HEA120	S 235
2	13	12	13	1.560	0.00	2 - HEA100	S 235
	14	13	14	1.560	0.00	2 - HEA100	S 235
	15	14	15	1.560	0.00	2 - HEA100	S 235
	16	15	16	1.560	0.00	2 - HEA100	S 235
	17	16	17	1.560	0.00	2 - HEA100	S 235
	18	17	18	1.560	0.00	2 - HEA100	S 235

makro	prut	uzel 1	uzel 2	délka m	Rx deg	průřez	jakost
	19	18	19	1.560	0.00	2 - HEA100	S 235
3	20	12	21	2.379	0.00	3 - B57/6.3	S 235
4	21	19	20	2.379	0.00	3 - B57/6.3	S 235
5	22	2	12	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235
6	23	12	3	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235
7	24	3	13	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235
8	25	13	4	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235
9	26	4	14	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235
10	27	14	5	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235
11	28	5	15	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235
12	29	15	6	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235
13	30	6	16	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235
14	31	16	7	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235
15	32	7	17	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235
16	33	17	8	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235
17	34	8	18	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235
18	35	18	9	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235
19	36	9	19	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235
20	37	19	10	1.300	0.00	4 - B51/4	S 235

## Průřezy



HEA120

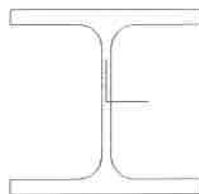
Průřez č. 1 - HEA120

Materiál : 10 - S 235

<b>A :</b> 2.530000e+003 mm <sup>2</sup>	
<b>Ay/A :</b> 0.657	<b>Az/A :</b> 0.197
<b>Iy :</b> 6.060000e+006 mm <sup>4</sup>	<b>Iz :</b> 2.310000e+006 mm <sup>4</sup>
<b>Iyz :</b> 2.142655e-005 mm <sup>4</sup>	<b>It :</b> 5.990000e+004 mm <sup>4</sup>
<b>Iw :</b> 6.491084e+009 mm <sup>6</sup>	
<b>Wely :</b> 1.060000e+005 mm <sup>3</sup>	<b>Welz :</b> 3.850000e+004 mm <sup>3</sup>
<b>Wply :</b> 1.200000e+005 mm <sup>3</sup>	<b>Wplz :</b> 5.900000e+004 mm <sup>3</sup>
<b>cy :</b> 60.00 mm	<b>cz :</b> 57.00 mm
<b>iy :</b> 48.94 mm	<b>iz :</b> 30.22 mm
<b>dy :</b> 0.00 mm	<b>dz :</b> 0.00 mm
<b>Obrys :</b>	698.00 mm

Druh posudku : průřez I

Výška	114.00 mm	Šířka	120.00 mm
Tloušťka pásnice	8.00 mm	Tloušťka stojiny	5.00 mm
Poloměr	12.00 mm		



HEA100

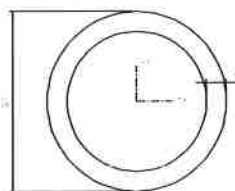
Průřez č. 2 - HEA100

Materiál : 10 - S 235

A : 2.120000e+003 mm <sup>2</sup>	
Ay/A : 0.657	Az/A : 0.196
Iy : 3.490000e+006 mm <sup>4</sup>	Iz : 1.340000e+006 mm <sup>4</sup>
Iyz : 0.000000e+000 mm <sup>4</sup>	It : 5.240000e+004 mm <sup>4</sup>
Iw : 2.588970e+009 mm <sup>6</sup>	
Wely : 7.280000e+004 mm <sup>3</sup>	Welz : 2.680000e+004 mm <sup>3</sup>
Wply : 8.400000e+004 mm <sup>3</sup>	Wplz : 4.120000e+004 mm <sup>3</sup>
cy : 50.00 mm	cz : 48.00 mm
iy : 40.57 mm	iz : 25.14 mm
dy : 0.00 mm	dz : -0.00 mm
Obrys :	582.00 mm

Druh posudku : průřez I

Výška	96.00 mm	Šířka	100.00 mm
Tloušťka pásnice	8.00 mm	Tloušťka stojiny	5.00 mm
Poloměr	12.00 mm		



B57/6.3

Průřez č. 3 - B57/6.3

Materiál : 10 - S 235

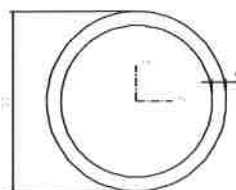
A : 9.937177e+002 mm <sup>2</sup>	
Ay/A : 0.637	Az/A : 0.637
Iy : 3.210823e+005 mm <sup>4</sup>	Iz : 3.210823e+005 mm <sup>4</sup>
Iyz : 0.000000e+000 mm <sup>4</sup>	It : 6.448435e+005 mm <sup>4</sup>
Iw : 0.000000e+000 mm <sup>6</sup>	
Wely : 1.126605e+004 mm <sup>3</sup>	Welz : 1.126605e+004 mm <sup>3</sup>
Wply : 1.604137e+004 mm <sup>3</sup>	Wplz : 1.604137e+004 mm <sup>3</sup>



<b>A</b> :	9.937177e+002 mm <sup>2</sup>		
cy :	0.00 mm	cz :	0.00 mm
iy :	17.98 mm	iz :	17.98 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
<b>Obrys :</b>	178.84 mm		

Druh posudku : Kruhové uzavřené průřezy

<b>Průměr</b>	57.00 mm	<b>Tloušťka stojiny</b>	6.30 mm
---------------	----------	-------------------------	---------



B51/4

Průřez č. 4 - B51/4

Materiál : 10 - S 235

<b>A</b> :	5.848875e+002 mm <sup>2</sup>		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	1.610962e+005 mm <sup>4</sup>	Iz :	1.610962e+005 mm <sup>4</sup>
Iyz :	0.000000e+000 mm <sup>4</sup>	It :	3.261696e+005 mm <sup>4</sup>
Iw :	0.000000e+000 mm <sup>6</sup>		
Wely :	6.317498e+003 mm <sup>3</sup>	Welz :	6.317498e+003 mm <sup>3</sup>
Wply :	8.728878e+003 mm <sup>3</sup>	Wplz :	8.728878e+003 mm <sup>3</sup>
cy :	0.00 mm	cz :	0.00 mm
iy :	16.60 mm	iz :	16.60 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
<b>Obrys :</b>	160.02 mm		

Druh posudku : Kruhové uzavřené průřezy

<b>Průměr</b>	51.00 mm	<b>Tloušťka stojiny</b>	4.00 mm
---------------	----------	-------------------------	---------

## Klouby

makro	typ	poz
3	fiy	zač
3	fiy	kon
4	fiy	zač
4	fiy	kon

**Podpory**

podpora	uzel	typ	Velikost m
1	1	XZ	0.20
2	11	Z	0.20

**Zatěžovací stavy**

Stav	Jméno	Popis
1	Vlastní tíha	Vlastní váha. Směr -Z
2	Stálé	Stálé - Zatížení
3	sníh	Nahodilé - sníh

**Skupina nahodilých zatížení**

Jméno	Popis
sníh	EC1 - typ zatížení Sníh

**Zatěžovací stav čís. 2 - spojitá zatížení**

makro	typ	dx m	exY m	exZ m		X zač kon	Y zač kon	Z zač kon
1	síla kN/m	0.00 rel 1.00	0.00	0.00	glo dél	0.00 0.00	0.00 0.00	-5.63 -5.63

**Zatěžovací stav čís. 3 - spojitá zatížení**

makro	typ	dx m	exY m	exZ m		X zač kon	Y zač kon	Z zač kon
1	síla kN/m	0.00 rel 1.00	0.00	0.00	glo dél	0.00 0.00	0.00 0.00	-1.80 -1.80

**Kombinace**

Kombi	Norma	Stav	souč.
1.	EC - únosnost	1 Vlastní tíha	1.00
		2 Stálé	1.00
		3 sníh	1.00
2.	EC - použitelnost	1 Vlastní tíha	1.00
		2 Stálé	1.00
		3 sníh	1.00

Základní pravidla pro generování kombinací na únosnost.

1 : 1.35\*ZS1 / 1.35\*ZS2

2 : 1.00\*ZS1 / 1.00\*ZS2

3 : 1.35\*ZS1 / 1.35\*ZS2 / 1.50\*ZS3

4 : 1.00\*ZS1 / 1.00\*ZS2 / 1.50\*ZS3

Základní pravidla pro generování kombinací na použitelnost.

1 : 1.00\*ZS1 / 1.00\*ZS2

2 : 1.00\*ZS1 / 1.00\*ZS2 / 1.00\*ZS3

Výpis nebezpečných kombinací na únosnost

1/ 2 : +1.00\*ZS1+1.00\*ZS2

2/ 1 : +1.35\*ZS1+1.35\*ZS2

3/ 4 : +1.00\*ZS1+1.00\*ZS2+1.50\*ZS3

4/ 3 : +1.35\*ZS1+1.35\*ZS2+1.50\*ZS3

Výpis nebezpečných kombinací na použitelnost

1/ 1 : +1.00\*ZS1+1.00\*ZS2

2/ 2 : +1.00\*ZS1+1.00\*ZS2+1.00\*ZS3

## Vzpěrná délka

prut	k y	k yz	k ltb	swayY	swayZ	poz. zatížení	k	kw
2	1.00	1.00	1.00	1	0	střed	1.0	1.0
3	1.00	1.00	1.00	1	0	střed	1.0	1.0
4	1.00	1.00	1.00	1	0	střed	1.0	1.0
5	1.00	1.00	1.00	1	0	střed	1.0	1.0
6	1.00	1.00	1.00	1	0	střed	1.0	1.0
7	1.00	1.00	1.00	1	0	střed	1.0	1.0
8	1.00	1.00	1.00	1	0	střed	1.0	1.0
9	1.00	1.00	1.00	1	0	střed	1.0	1.0
10	1.00	1.00	1.00	1	0	střed	1.0	1.0
12	1.00	1.00	1.00	1	0	střed	1.0	1.0
11	1.00	1.00	1.00	1	0	střed	1.0	1.0

## Protokol o výpočtu.

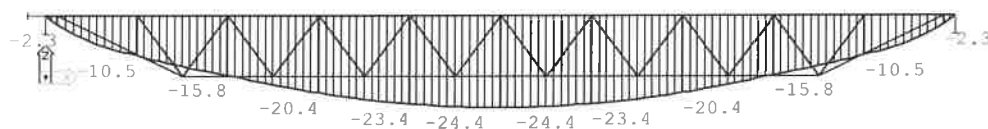
## Lineární výpočet

Počet 2D prvků	0
Počet 1D prvků	37
Počet uzlů sítě	21
Počet rovnic	126
Zatěžovací stavy	ZS 1 Vlastní tíha ZS 2 Stálé ZS 3 sníh
Spuštění výpočtu	30.03.2015 09:11
Konec výpočtu	30.03.2015 09:11

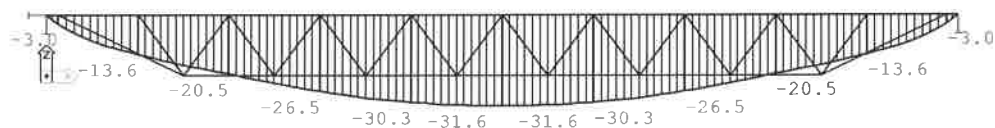
## Suma zatížení a reakcí.

	[kN]	X	Y	Z
Zatěžovací stav 1	zatížení	0.0	0.0	-6.2
	reakce v uzlech	0.0	0.0	6.2
	reakce na liniích	0.0	0.0	0.0
	kontakt 1D	0.0	0.0	0.0
	kontakt 2D	0.0	0.0	0.0
Zatěžovací stav 2	zatížení	0.0	0.0	-87.8
	reakce v uzlech	0.0	0.0	87.8
	reakce na liniích	0.0	0.0	0.0

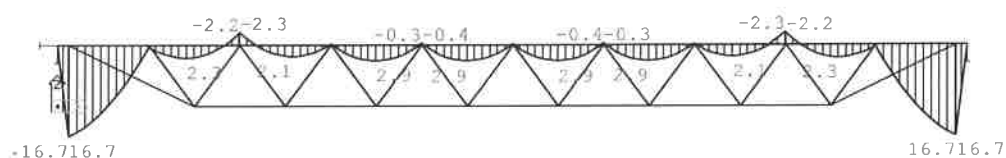
[kN]		X	Y	Z
Zatěžovací stav 3	kontakt 1D	0.0	0.0	0.0
	kontakt 2D	0.0	0.0	0.0
	zatížení	0.0	0.0	-28.1
	reakce v uzlech	0.0	0.0	28.1
	reakce na liniích	0.0	0.0	0.0
	kontakt 1D	0.0	0.0	0.0
	kontakt 2D	0.0	0.0	0.0



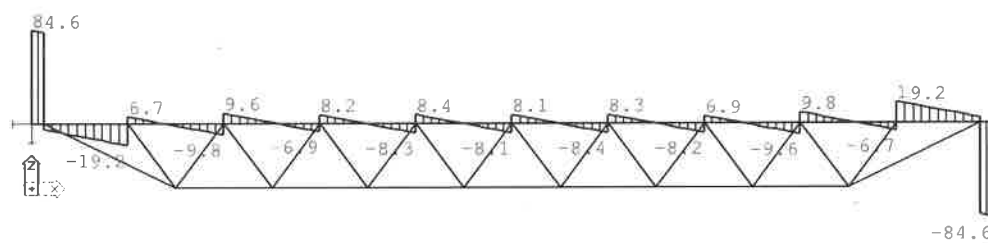
Deformace - uz na prutu(ech). Použ. kombi : 1 stálé



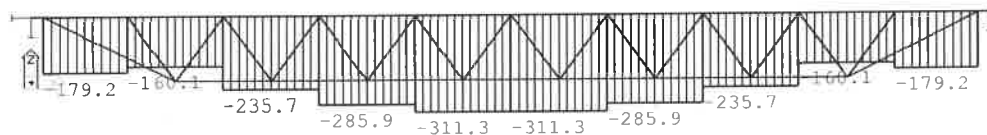
Deformace - uz na prutu(ech). Použ. kombi : 1/2



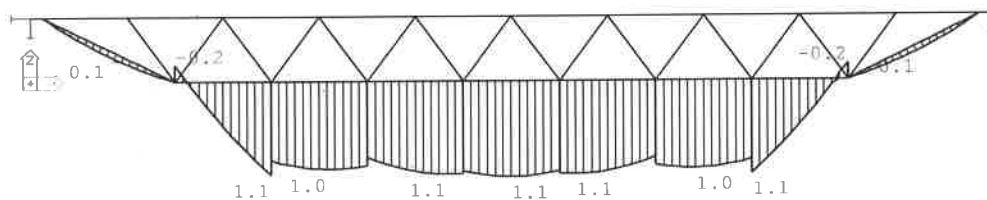
Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/4



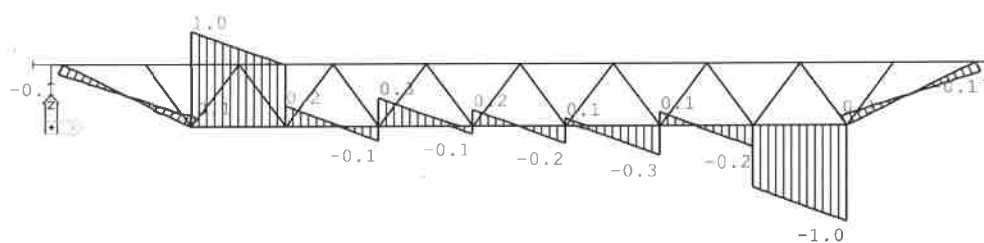
Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/4



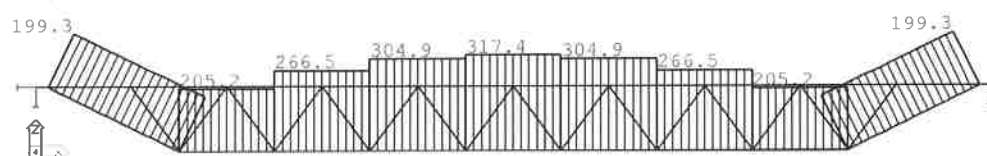
Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/4



Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/4

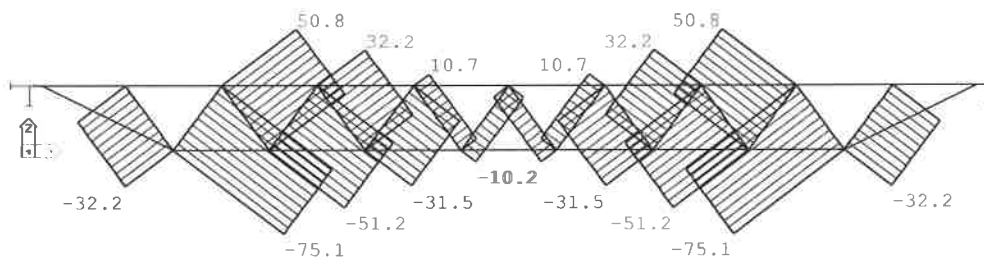


**Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/4**

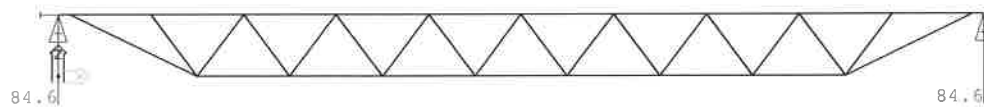


**Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/4**





Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/4



Reakce. Únos. kombi : 1/4

**Reakce v podporách - hodnoty v uzlech. Lokální extrém**

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů :1/21

Skupina kombinací na únosnost :1/4

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]
1	1	4	-0.00	84.56	0.00
		1	-0.00	47.03	0.00
2	11	4	0.00	84.56	0.00
		1	0.00	47.03	0.00

**Reakce v podporách - hodnoty v uzlech. Lokální extrém**

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů :1/21

Skupina kombinací na použitelnost :1/2

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]
1	1	2	-0.00	61.07	0.00
		1	-0.00	47.03	0.00
2	11	2	0.00	61.07	0.00
		1	0.00	47.03	0.00

**EC3. Průřez - 1 vše. KÚ vše.**

Posouzení EC3

Průřez : 1 - HEA120

Makro 1	Prut 2	HEA120	S 235	Únos. kom 4	0.97
---------	--------	--------	-------	-------------	------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
-179.25	0.00	-4.79	0.00	16.70	0.00

Kritický posudek v místě 0.00 m

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	31.87	51.63	
Redukovaná štíhlost	0.34	0.55	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce	0.34	0.49	
Redukční součinitel	0.95	0.81	
Délka	1.56	1.56	m
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	1.56	1.56	m
Kritické Eulerovo zatížení	5161.10	1967.35	kN

LTB		
Délka klopení	1.56	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.36	
C2	0.54	
C3	1.73	

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
Vz	0.04 < 1
M	0.76 < 1

Stabilitní posudek	
Vzpěr	0.37 < 1
Klopení	0.59 < 1
Tlak + moment	0.97 < 1
Tlak + klopení	0.96 < 1

**EC3. Průřez - 2 vše. KÚ vše.**

Posouzení EC3

Průřez : 2 - HEA100

Makro 2	Prut 16	HEA100	S 235	Únos. kom 4	0.64
---------	---------	--------	-------	-------------	------

Základní data EC3	
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M0 pro únosnost průřezu	1.00
Dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M1 na odolnost proti nestabilitě	1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M2 pro oslabený průřez	1.25

Údaje o materiálu		
mez kluzu fy	235.00	MPa
pevnost v tahu fu	360.00	MPa
typ výroby	válcovaný	

**POSUDEK ÚNOSNOSTI**

Kritický posudek v místě 0.00 m

Vnitřní síly		
NSd	317.43	kN
Vy.Sd	0.00	kN
Vz.Sd	0.18	kN
Mt.Sd	0.00	kNm
My.Sd	1.04	kNm
Mz.Sd	0.00	kNm

Posudek na osovou sílu  
podle článku 5.4.3. a vzorce (5.13)

Tabulka hodnot		
Nt.Rd	498.20	kN
jedn. posudek	0.64	

Posudek na smyk (Vz)  
podle článku 5.4.6. a vzorce (5.20)  
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Vpl.Rd	102.03	kN
jedn. posudek	0.00	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly  
podle článku 5.4.8. & 5.4.9. a vzorce (5.23)  
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNVy.Rd	7.95	kNm
MNVz.Rd	6.78	kNm

alfa 2.00 beta 3.19  
jedn. posudek 0.13  
Prvek VYHOVÍ na únosnost !

## Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	59.65	62.05	
Redukovaná štíhlost	0.64	0.66	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce	0.34	0.49	
Redukční součinitel	0.82	0.75	
Délka	1.56	1.56	m
Součinitel vzpěru	1.55	1.00	
Vzpěrná délka	2.42	1.56	m
Kritické Eulerovo zatížení	1234.85	1141.23	kN

Posudek klopení  
podle článku 5.5.2. a vzorce (5.48)

Tabulka hodnot		
Mb.Rd	18.38	kNm
Beta W	1.00	
redukce	0.93	
imperfekce	0.21	
Mcr	86.39	kNm

LTB		
Délka klopení	1.56	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.01	
C2	0.03	
C3	1.00	

zatížení v těžišti

jedm. posudek = 0.06

## Posudek na tlak s ohybem

podle článku 5.5.4. a vzorce (5.51)

Tabulka hodnot	
ky	1.00
kz	1.00
muy	-0.97
muz	0.27
BetaMy	1.11
BetaMz	1.80

jedm. posudek = 0.00 + 0.05 + 0.00 = 0.05

## Posudek na tlak, ohyb a klopení

podle článku 5.5.4. a vzorce (5.52)

Tabulka hodnot	
klt	1.00
kz	1.00
mult	-0.04
muz	0.27
BetaMlt	1.11
BetaMz	1.80

jedm. posudek = 0.00 + 0.06 + 0.00 = 0.06

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

**EC3. Průřez - 3 vše. KP vše.**

Posouzení EC3

Průřez : 3 - B57/6.3

Makro 3	Prut 20	B57/6.3	S 235	Kombi použ. 2	0.62
---------	---------	---------	-------	---------------	------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
143.99	0.00	-0.08	0.00	-0.00	0.00

Kritický posudek v místě 2.38 m

LTB		
Délka klopení	2.38	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.13	
C2	0.45	
C3	0.53	

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
N	0.62 < 1
Vz	0.00 < 1

Stabilitní posudek

Makro 4	Prut 21	B57/6.3	S 235	Kombi použ. 2	0.62
---------	---------	---------	-------	---------------	------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
143.99	0.00	-0.08	0.00	-0.00	0.00

Kritický posudek v místě 2.38 m

LTB		
Délka klopení	2.38	m
k	1.00	

LTB	
kw	1.00
C1	1.13
C2	0.45
C3	0.53

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
N	0.62 < 1
Vz	0.00 < 1

Stabilitní posudek

EC3. Průřez - 4 vše. KP vše.

Posouzení EC3

Průřez : 4 - B51/4

Makro 19	Prut 36	B51/4	S 235	Kombi použ. 2	0.55
----------	---------	-------	-------	---------------	------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
-54.24	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00

Kritický posudek v místě 1.30 m

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	84.44	78.33	
Redukovaná štíhlost	0.90	0.83	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce	0.21	0.21	
Redukční součinitel	0.73	0.78	
Délka	1.30	1.30	m
Součinitel vzpěru	1.08	1.00	
Vzpěrná délka	1.40	1.30	m
Kritické Eulerovo zatížení	170.01	197.57	kN

LTB	
Délka klopení	1.30 m
k	1.00
kw	1.00
C1	1.84
C2	0.08

LTB	
C3	0.94

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
Vz	0.00 < 1
M	0.02 < 1

Stabilitní posudek	
Vzpěr	0.54 < 1
Klopení	0.01 < 1
Tlak + moment	0.55 < 1
Tlak + klopení	0.52 < 1



Vypracoval : Ing. Vyhnálek, Ph.D.	Stavba : Škola Krnov - Oprava střechy telocvičny Město Krnov	List.č.:  27
Datum : II..2015	Obsah : z.č. 15-391 - 51 Statický výpočet - projekt DRS	

## POBUDZENÍ VAZNÍKŮ

PRŮHLYB - STŘEŠE 24,4 m

- CELKOVÉ 31,6 m

$$\alpha = 31,6 / 15600 = 1 / 494 \text{ l vyhovuje}$$

Pozn: V ráhoi výrobci doporučené bude  
třeba dohlédnout stavající průhyb střechy  
a ten zohlednit. Doporučíme korekce  
provedit v ráhoi kmitacích styků,  
zbytek podot.

## UTISHTOST

HEA 120 0,94 < 1,0

HEA 100 0,64 < 1,0

B 57/6 0,85 < 1,0

B 59/4 0,75 < 1,0

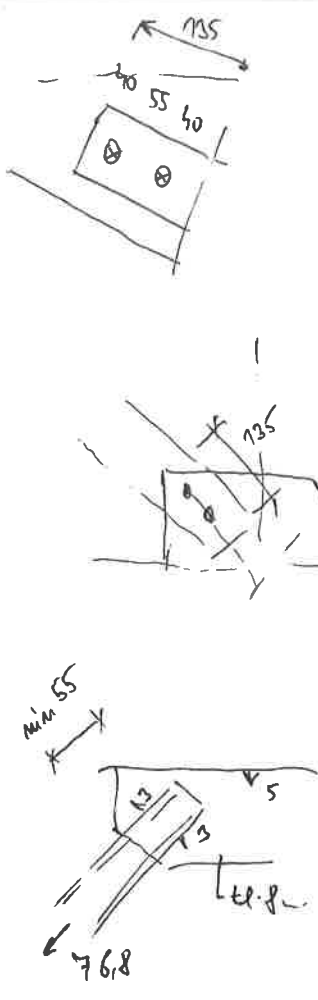
## DETAILY

- STŘEŠE

SONE B 59/4  $M_{max} = 76,81 \text{ kN}$

STŘEŠE 8.8 - STŘEŠNÍ PLOCHA VE DRÁHU 5M

$$2 \times 43,4 = 86,81 \text{ kN} > 76,81 \text{ kN}$$

	Vypracoval : Ing. Vyhnálek, Ph.D.	Stavba : Škola Krnov - Oprava střechy telocvičny Město Krnov	List.č.:
	Datum : II..2015	Obsah : z.č. 15-391 - 51 Statický výpočet - projekt DRS	20
	<p> <math>\sigma_{p2} = 0.57/6 \quad M_{max} = 199.3 \text{ kN}</math>  <math>8.8 \quad 3M16 \quad \dots 3 \times 77.2 = 231.6 \text{ kN} &gt; M_{max}</math>          STŘÍŽNÁ PŮSOBA VS DRÁŽEN.       </p> <p> <u>SVATZU</u> <math>0.51/4</math>  <math>\tau = 76800/4/55/3 = 116 \text{ MPa}</math>  <math>U_1 \text{ HON'}</math> </p> <p> <math>0.57/6</math>  <math>l_{min} = 12 \text{ cm} \quad \Delta 4</math>  <math>\tau = 199300/12/4/4 = 100 \text{ MPa}</math>  <math>U_1 \text{ HON'}</math> </p>		

Vypracoval : Ing. Vyhnálek, Ph.D.	Stavba : Škola Krnov - Oprava střechy telocvičny Město Krnov	List.č.:
Datum : II..2015	Obsah : z.č. 15-391 - 51 Statický výpočet - projekt DRS	29

The diagrams illustrate the reinforcement details for the structural elements. The top diagram shows a cross-section of a beam with a vertical reinforcement bar, labeled with '25' and '25'. The bottom diagram shows a cross-section of a beam with a vertical reinforcement bar, labeled with 'x', 'x', '50', '120', and '50'.

## МОНТАЖНІ ДЕТАІЛІ

1) ГОРНИ ПАЛ - МОНТАЖНІ СПИ  $H = 286 \text{ kN}$

$$\sqrt{H_{EA120}} = 286000/2530 = 113 \text{ MPa}$$

2) СТОПНІ ПАЛ -  $H = 305 \text{ kN}$

$$2 \text{ ПДЛ } 8.8. \quad 2 \times 203,3 = 406,6 \text{ kN}$$

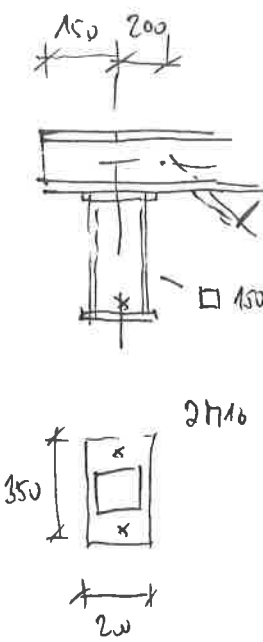
РАЧУН

$$t = 4,3 (58 \cdot 24^2 / 50)^{1/3} = 37,5 \text{ mm}$$

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \cdot \frac{37,5^3 - 25^3}{24^2} = 1,1322$$

$$1,1322 \times 305 = 403,2 \text{ kN} < 406,6 \text{ kN}$$

3) ДІАГОНАЛА - Діто діаметр СПИ,

	Vypracoval : Ing. Vyhnálek, Ph.D. Datum : II..2015	Stavba : Škola Krnov - Oprava střechy telocvičny Město Krnov Obsah : z.č. 15-391 - 51 Statický výpočet - projekt DRS	List.č.: 30
	<p>Uložení vazníků</p> <p>REAKCE 84,6 kN</p> <p>Pl. tl. 12mm</p> <p>Pl. AL. 12mm.</p> <p><math>\sigma = 84600 / 150 / 150 = 3,76 \text{ MPa}</math></p> <p>Uložení</p> <p>Uložení na skelet nosů</p> <p>- posouzení u předchozí - uvaž.</p>		