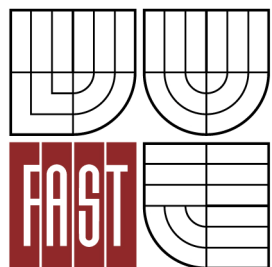




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH
KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

ADMINISTRATION BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. JAN FRIEDA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. KAREL SÝKORA

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Jan Frieda
Název	Administrativní budova
Vedoucí diplomové práce	Ing. Karel Sýkora
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2013
Datum odevzdání diplomové práce	17. 1. 2014
V Brně dne 31. 3. 2013	

.....
doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Prostorové uspořádání administrativní budovy.
2. ČSN EN 1993 (731401), Navrhování ocelových konstrukcí.
3. Literatura podle doporučení vedoucího diplomové práce.
4. Odborné publikace v časopisech a sbornících, které se vztahují k řešené problematice , podle doporučení vedoucího diplomové práce.

Zásady pro vypracování

Vypracujte návrh nosné ocelové konstrukce pětipodlažní administrativní budovy členitého půdorysu o půdorysných rozměrech cca 35 x 50 m (viz "Prostorové uspořádání administrativní vícepodlažní budovy") do Hradce Králové.

Konstrukci orientačně navrhnete v několika variantách, vybranou variantu podrobně rozpracujete.

Požadované výstupy:

1. Technická zpráva obsahující základní charakteristiky navržené konstrukce, požadavky na materiál, spojovací prostředky montáž a ochranu.
2. Statický výpočet hlavních nosných prvků a částí konstrukce.
3. Výkresová dokumentace obsahující zejména dispoziční výkres, výkres vybraných konstrukčních dílců, charakteristické detaily podle pokynů vedoucího diplomové práce.
4. Orientační výkaz spotřeby materiálu.

Předepsané přílohy

.....
Ing. Karel Sýkora
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Cílem této práce je navrhnout nosnou ocelobetonovou konstrukci pětipodlažní administrativní budovy s půdorysnými rozměry 35 x 50 m. Navržená budova má půdorysný tvar písmene L, plochou střechu a atiku po celém obvodu. Největší část půdorysu zaujímá zóna kanceláří o rozměrech 48,60 x 18,90 m. Přilehlá zóna komunikační a sanitární má rozměry 13,50 x 15,90 m. Konstrukční výška podlaží je navržena 3,60 m, celková výška budovy činí 18,53 m. Spřažená ocelobetonová stropní konstrukce se skládá z příčně kladených průvlaků a na nich kloubově připojených stropnic. Zabudované bednění (trapézový plech) má žebra orientovaná kolmo na stropnice. Spřažení je obousměrné. Konstrukce bude řešena ve 2 variantách. Varianta č.1 předpokládá jak kloubová spojení průvlaků se sloupy, tak i stropnic (v místě sloupů) se sloupy. Ve variantě č.2 jsou průvlaky rámově spojeny se sloupy a dohromady tak budou vytvářet příčné 2D rámy s kloubovým připojením podélných stropnic. Nosná konstrukce střechy je řešena obdobně jako stropní, přičemž železobetonová deska bude nahrazena ztužidly v rovině střechy a samonosnými žebrovými sendvičovými panely. Svislé opláštění budovy zajišťují sendvičové izolační panely a pásová okna. Použitý typ oceli je S355. Budova je projektována pro lokalitu Hradec Králové. Normy a podklady použité při tvorbě návrhu nosné konstrukce jsou obsaženy v seznamu použitých zdrojů. Výsledkem této práce je statický výpočet s posouzením všech prvků vybrané varianty nosné konstrukce, výkresová dokumentace a technická zpráva.

Klíčová slova

Spřažená stropní konstrukce, průvlak, stropnice, trapézový plech, spřahování trny, hlavní nosný systém, větrové ztužidlo, sendvičový panel, pásová okna

Abstract

This thesis aims to design a bearing composite steel structure for five-storey administration building with ground plan dimensions 35,00 x 50,00 m. Designed building has L-shaped plan, flat roof and attic all the way around. The largest part of the plan area is occupied by office zone with dimensions of 48,60 x 18,90 m. Adjacent communication and sanitation zone has dimensions of 13,50 x 15,90 m. Floor height is designed to 3,60 m, the total height of the building is 18,53 m. Composite steel floor structure consists of transverse primary beams and hinge-connected secondary beams. Integrated formwork (trapezoidal sheet) has ribs oriented perpendicular to the secondary beams. Coupling is bidirectional. Construction will be done in two variations. Variation No.1 presumes that primary as well as secondary beams (at the columns) will be hinge-connected with columns. In variation No.2 there will be frame connection between primary beams and columns and together they will create 2D transverse frames with hinge-connected secondary beams. The supporting structure of the roof is designed similarly as the ceiling, but reinforced concrete slab will be replaced by bracing in the roof plane and self-bearing rib sandwich panels. Vertical sheathing of the building is provided by sandwich panels and strip windows. The used type of steel is S355. The building is designed for the site Hradec Králové. Standards and documents used in design of the bearing structure are included in the list of sources. The result of this work is a static analysis with an assessment of all elements of the selected variation of the structure, drawing documentation and technical report.

Keywords

Composite steel deck floor, primary beam, secondary beam, trapezoidal sheet, welding studs, main supporting system, wind bracing, sandwich panel, strip windows

Bibliografická citace VŠKP

FRIEDA, Jan. *Administrativní budova*. Brno, 2013. 119 s., 5 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Karel Sýkora.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 19.9.2013

.....

podpis autora
Bc. Jan Frieda

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat:

Ing. Karlu Sýkorovi za pomoc a vedení diplomové práce.

Svojí rodině za celoživotní podporu ve všech oblastech.

Obsah textové části

Obsah textové části.....	8
Úvod	16
A. Technická zpráva	17
A.1. Popis konstrukce	17
A.2. Kotvení	20
A.3. Montážní postup	20
A.4. Použitý Materiál.....	20
A.5. Antikoroziční ochrana	20
B. Tvarové řešení	21
B.1. Půdorysy	21
B.2. Řezy	22
B.3. Výpočtový model.....	25
C. Statický výpočet.....	26
C.1. Zatížení	26
C.1.1. Stálé zatížení.....	26
C.1.2. Užité zatížení.....	27
C.1.3. Zatížení sněhem	28
C.1.4. Zatížení větrem.....	29
C.2. Zatěžovací stavy.....	34
C.3. Kombinace zatížení pro mezní stav únosnosti	35
C.3. Kombinace zatížení pro mezní stav použitelnosti	35
C.4. Návrh a posouzení konstrukčních prvků	36
C.4.1. Střešní panely.....	36
C.4.2. Stěnové panely.....	36
C.4.3. Trapézový plech.....	37
C.4.4. Spřažená ocelobetonová Stropnice ST1 – Varianta 1,2	39
C.4.5. Spřažený ocelobetonový Průvlak P1 – Varianta 1.....	44
C.4.6. Spřažená ocelobetonová Stropnice ST2 – Varianta 1,2	50
C.4.7. Spřažený ocelobetonový Průvlak P2 – Varianta 1,2	55
C.4.8. Spřažená ocelobetonová Stropnice ST3 – Varianta 1,2	60
C.4.9. Krokev 1 – Varianta 1,2	65
C.4.10. Krokev 2 – Varianta 1,2	66
C.4.11. Krokev 3 – Varianta 1,2.....	67
C.4.12. Krokev 4 – Varianta 1,2	69
C.4.13. Vaznice 1 – Varianta 1,2.....	70
C.4.14. Paždíky střešní konstrukce – Varianta 1,2.....	79
C.4.15. Sloupky S3 – Varianta 1,2.....	80
C.4.16. Paždíky v 5.NP – Varianta 1,2	82
C.4.17. Ztužidlo Z1 v rovině střechy – Varianta 1,2	84
C.4.18. Větrové ztužidlo Z2 v zóně 2, směr X – Varianta 1,2	86
C.4.19. Větrové ztužidlo Z3 v zóně 2, směr X – Varianta 1,2	87
C.4.20. Větrové ztužidlo Z4 v zóně 2, směr Y – Varianta 1	87
C.4.21. Větrové ztužidlo Z5 v zóně 1, směr X – Varianta 1,2	88
C.4.22. Větrové ztužidlo Z6 v zóně 1, směr Y – Varianta 1	89
C.4.23. Sloup S2 v zóně 2 – Varianta 1	90
C.4.24. Sloup S1 v zóně 1 – Varianta 1.....	91
C.4.25. Průvlak P1 v zóně 1 – Varianta 2	94
C.4.26. Sloup S1 v zóně 1 – Varianta 2.....	105
C.4.27. Průvlak P2 v zóně 2 – Varianta 2	107
C.4.28. Sloup S2 v zóně 2 – Varianta 2.....	115
D. Srovnání variant.....	118
D.1. Výkaz materiálu.....	118

D.1.1. Varianta 1	118
D.1.2 Varianta 2	119
D.2. Rozhodnutí o výběru varianty	120
E. Návrh konstrukčních detailů vybrané varianty	120
E.1. Návrh kotvení ztužidel v zóně 1	120
E.2. Kloubový přípoj stropnice ST1 k průvlak P1 v zóně 1	121
E.3. Rámový roh - Průvlak P1 ke sloupu S1 v zóně 1	121
Závěr.....	123
Soupis použité literatury	124
Seznam příloh.....	124
Výkresy.....	124

Úvod

Cílem této práce je navrhnout nosnou ocelobetonovou konstrukci pětipodlažní administrativní budovy v lokalitě Hradec Králové. Požadované půdorysné rozměry jsou 35 x 50 m. Budova je navržena ve tvaru písmene L, má plochou střechu a atiku po celém obvodu. Největší část půdorysu zaujímá zóna kanceláří (dále jen Zóna 1) - 48,60 x 18,90 m. Přilehlá zóna komunikační a sanitární (dále jen Zóna 2) má rozměry 13,50 x 15,90 m. Konstrukční výška podlaží je navržena 3,60 m, celková výška budovy činí 18,78 m.

Práce je zpracována za podpory programů pro statické výpočty na bázi MKP – Dlubal RFEM 5.01 32-bit (studentská verze), Scia Engineer 2011.1 (Studentská verze) a RuckZuck 5. Dále pro automatizaci výpočtů užití Microsoft Office Excel 2003 a matematického software Derive 6. Pro výstupní dokumentaci byly použity další nástroje sady Microsoft Office 2003 – Word a Powerpoint, pro výkresy a grafické výstupy Autodesk AutoCAD 2008.

Výsledkem této práce je technická zpráva, statický výpočet s posouzením rozhodujících prvků obou variant hlavní nosné konstrukce, srovnání variant, návrh vybraných detailů zvolené varianty a výkresová dokumentace. Normy a podklady použité při návrhu nosné konstrukce jsou obsaženy v soupisu použité literatury.

A. Technická zpráva

A.1. Popis konstrukce

A.1.1 Obecně

Použitá pevnostní třída oceli je S355. Spřažená ocelobetonová stropní konstrukce se skládá z příčně kladených průvlaků a na ně kloubově připojených stropnic. Na stropnice bude položeno zabudované bednění (trapézový plech) se žebry orientovanými kolmo na stropnice. Obousměrné spřažení zajišťují spřahovací trny. Po montáži dočasných vodorovných ztužidel se vybetonuje železobetonová deska, která zajistí tuhost stropní konstrukce ve vodorovném směru.

Konstrukce bude řešena ve 2 variantách. Varianta č.1 předpokládá jak kloubová spojení průvlaků se sloupy, tak i stropnic (v místě sloupů) se sloupy. Ve variantě č.2 budou průvlaky rámově spojeny se sloupy a dohromady tak budou vytvářet příčné 2D rámy s kloubovým připojením podélných stropnic. Průvlaky jsou vloženy také pod úroveň střešní konstrukce, nejsou ocelobetonové a mají konstrukci shora rámově uzavřít. Záporné momenty na koncích spřažených nosníků, vzniklé spojitostí betonové desky ve variantě 1, popřípadě vetknutím nosníků do sloupů ve variantě 2, jsou vykryty betonářskou výztuží. V této práci se provede návrh výztuže jen pro záporný moment v průvlacích 1 a 2.

Nosná konstrukce střechy se skládá z příčných, prostě uložených krokví a podélných kloubových vaznic (Gerberův nosník). Tuhost v rovině střechy je zajištěna ztužidly a samonosnými žebrovými sendvičovými panely. Svislé opláštění budovy zajišťují sendvičové izolační panely a prosklená fasáda.

A.1.2 Střešní plášť

Je zvolen systém Kingspan X-dek. Použité ploché panely KS1000 XD mají tloušťku jádra 80 mm, celkovou výšku 188 mm a hmotnost 21,40 kg/m². Skladebný rozměr je 1 m. Vzdálenost žebírek na spodní straně panelu je 333 mm. Žebra jsou orientována kolmo na spád střechy. Minimální navržený spád je 3%, výrobce vyžaduje minimálně 1%. Navržená nosná konstrukce splňuje konstrukční detaily zvoleného systému.

Střešní plášť přenáší zatížení od sněhu, větru a užitého zatížení na střeše do krokví.

A.1.3 Obvodový plášť a prosklená fasáda

Byl navržen systém Kingspan AWP. Vybrané horizontálně kladené panely KS1000 AWP vytvářejí opláštění v zóně 2, mají tloušťku 80 mm a hmotnost 11,97 kg/m². U okraje střechy jsou panely kladeny po celém obvodu vertikálně aby vytvořily atiku o maximálním přípustném přesahu nad povrchem střechy. Zatížení větrem je z opláštění přeneseno ocelovými sloupky průřezu U, horizontálními pažďíky a sloupky hlavní nosné konstrukce.

Prosklená fasáda v zóně 1 přenáší zatížení od větru do nosné konstrukce prostřednictvím hliníkových sloupků uzavřeného průřezu dle výrobce a ocelových pažďíků profilu U. Navržená nosná konstrukce splňuje konstrukční detaily zvoleného systému.

A.1.4 Krokve K1 střešní konstrukce

Navrženy pruty průřezu IPE 240, jsou prostě uloženy. Zastřešují zónu 1 a jsou orientovány v příčném směru. Přenášejí zatížení od střešního pláště do vaznic V1 a V2.

A.1.5 Krokve K2 střešní konstrukce

Navrženy pruty průřezu IPE 240, jsou prostě uloženy. Zastřešují zónu 1 a jsou orientovány v příčném směru. Přenášejí zatížení od střešního pláště do vaznic V1.

A.1.6 Krokve K3 střešní konstrukce

Navrženy pruty průřezu IPE 240. Zastřešují zónu 2, jsou orientovány v příčném směru a přenášejí zatížení od střešního pláště do sloupů S2.

A.1.7 Krokve K4 střešní konstrukce

Navrženy pruty průřezu IPE 180. Zastřešují zónu 2, jsou orientovány v příčném směru a přenášejí zatížení od střešního pláště do sloupů S2.

A.1.8 Vaznice V1 střešní konstrukce

Navrženy pruty průřezu IPE 240 s příločkami, vyztužujícími spodní přírubu. Působí jako Gerberův nosník. Podílejí se na zastřešení zóny 1 a jsou orientovány v podélném směru. Přenášejí reakce od krokví do sloupů S1.

A.1.9 Paždíky střešní konstrukce PZ1

Navrženy pruty průřezu UPE 180. Působí jako prostý nosník. Podílejí se na zastřešení zóny 2, uchycují se k nim sténové panely atiky a jsou orientovány v podélném směru.

A.1.10 Ztužidlo v rovině střechy Z1

Navrženy pruty průřezu L 65x65x9. Probíhá po obvodu střešní konstrukce v zóně 1. Dále příčně prochází středem zóny 2 a je zakončeno kolmým podélným pásem. Ztužující pásy jsou křížící se, kloubově uložené příhradové pruty působící v tlaku.

A.1.11 Sloupky S3

Navrženy pruty průřezu UPE 100. Jsou umístěny po části obvodu zóny 2 ve všech podlažích. Přenášejí zatížení od obvodového pláště a od větru. Jsou oboustranně kloubově uloženy a na horním okraji je umožněn svislý posun.

A.1.12 Sloupky S4

Uzavřené hliníkové průřezy dle výrobce prosklené fasády. Jsou umístěny po celém obvodu zóny 1 a v části obvodu zóny 2 ve všech podlažích. Přenášejí zatížení od izolačního dvojskla a od větru. Jsou oboustranně kloubově uloženy a na horním okraji je umožněn svislý posun.

A.1.13 Paždíky v 5.NP PZ2

Horizontálně kladené pruty průřezu UPE 200. Jsou umístěny po celém obvodu konstrukce v 5.NP. Přenášejí horní reakce od Sloupků S3, S4 a síly od větru působící na sendvičové panely v úrovni střešní konstrukce. Jsou oboustranně kloubově uloženy.

A.1.14 Trapézový plech

Použitý plech TR 70/200 tloušťky 0,88 mm je kladen v poloze negativní (betonem jsou vyplněna širší žebra). Žebra jsou orientována kolmo na podélný směr budovy, a to v obou zónách. Se vzdáleností žebor 200 mm splňuje požadavky na zvolené půdorysné rozměry o modulu 300 mm. To umožňuje vytvořit obousměrné spřažení. Pro betonáž stropní konstrukce nebude použito dočasné podepření plechů. Plech je posuzován v 5 návrhových situacích.

A.1.15 Spřažená ocelobetonová Stropnice ST1

Navrženy pruty průřezu IPE 200, délky 8100 mm. Vytvářejí s deskou spřažené nosníky, které jsou idealizovány jako prostě uložené v obou variantách.

A.1.16 Spřažená ocelobetonová Stropnice ST2

Navrženy pruty průřezu IPE 140, délky 2700 mm. Vytvářejí s deskou spřažené nosníky, které jsou idealizovány jako prostě uložené v obou variantách.

A.1.17 Spřažená ocelobetonová Stropnice ST3

Navrženy pruty průřezu IPE 140, délky 2100 mm. Vytvářejí s deskou spřažené nosníky, které jsou ve variantě 1 idealizovány jako prostě uložené. Ve variantě 2 jsou také součástí rámu a tedy rámově spojeny se sloupy.

A.1.18 Spřažený ocelobetonový Průvlak P1

Ve variantě 1 navržen profilu IPE 330. Vytváří s deskou spřažený nosník, který je idealizován jako prostě uložený.

Ve variantě 2 navržen profilu IPE 300. Vytváří s deskou spřažený nosník, který je idealizován jako vetknutý.

A.1.19 Spřažený ocelobetonový Průvlak P2

V obou variantách navrženy pruty průřezu IPE 240. Vytvářejí s deskou spřažené nosníky, které jsou idealizovány jako prostě uložené.

A.1.20 Sloupy S1 v zóně 1

V obou variantách navrženy pruty průřezu HEB 260, jsou uloženy kloubově v kotvení se zamezením v kroucení. Procházejí spojitě po celé výšce konstrukce. Ve variantě 1 jsou s průvlaky i stropnicemi spojeny kloubově. Ve variantě 2 jsou s průvlaky spojeny rámově a se stropnicemi kloubově.

A.1.21 Sloupy S2 v zóně 2

Ve variantě 1 navrženy pruty průřezu HEB 180, jsou uloženy kloubově v kotvení a spojitě procházejí po celé výšce konstrukce, jsou kloubově spojeny se stropnicemi a průvlaky.

Ve variantě 2 jako součást rámu navrženy rovněž pruty průřezu HEB 260, jsou uloženy kloubově v kotvení a spojitě procházejí po celé výšce konstrukce, jsou rámově spojeny s průvlaky.

A.1.22 Větrové ztužidlo Z2 v zóně 2, směr X

Navrženy pruty průřezu UPE 180. Ztužidlo probíhá svisle panelovou fasádou v zóně 2. Pás je tvořen křížícími se, kloubově uloženými pruty působícími v tlaku. Ztužidlo stabilizuje konstrukci v podélném směru a přenáší silové účinky větru do kotvení. Je použito v obou variantách.

A.1.23 Větrové ztužidlo Z3 v zóně 2, směr X

Navrženo z kulatiny D 20 mm. Probíhá svisle ve 2 pásech prosklenou fasádou v zóně 2. Pás je tvořen křížícími se, kloubově uloženými pruty působícími v tahu. Přenáší silové účinky větru do kotvení. Je použito v obou variantách.

A.1.24 Větrové ztužidlo Z4 v zóně 2, směr Y

Jedná se o ztužidlo tvaru K. Navrženy pruty trubkového průřezu 101,6 x 5. Ztužidlo probíhá svisle ve 2 pásech panelovou fasádou v zóně 2. Pás je tvořen kloubově uloženými příhradovými pruty působícími v tlaku. Přenáší silové účinky větru do kotvení. Je použito jen ve variantě 1.

A.1.25 Větrové ztužidlo Z5 v zóně 1, směr X

Jedná se o ztužidlo tvaru K. Navrženo trubkového průřezu 101,6 x 8. Probíhá svisle ve 4 pásech prosklenou fasádou v zóně 1. Pás je tvořen kloubově uloženými příhradovými pruty působícími v tlaku. Stabilizuje konstrukci v podélném směru a přenáší silové účinky větru do kotvení. Je použito v obou variantách.

A.1.26 Větrové ztužidlo Z6 v zóně 1, směr Y

Jedná se o ztužidlo tvaru K. Navrženo trubkového průřezu 101,6 x 6. Probíhá svisle ve 4 pásech prosklenou fasádou v zóně 1. Pás je tvořen kloubově uloženými příhradovými pruty působícími v tlaku. Stabilizuje konstrukci v příčném směru a přenáší silové účinky větru do kotvení. Je použito jen ve variantě 1.

A.2. Kotvení

Podpory jsou předpokládány jako kloubové. Splnění tohoto předpokladu bude zajištěno poddajnou patní deskou s předem zabetonovanými kotevními šrouby s metrickým závitem. Šrouby z kulatiny jsou navrženy vždy ve dvojici v měkké ose průřezu sloupů. Konce šroubů jsou opatřeny závitem.

A.3. Montážní postup

Nejprve budou osazeny sloupy v 1.NP, jejichž stabilita bude zajištěna dočasnými montážními ztužidly. Poté budou na sloupy osazeny ocelové průvlaky a na průvlaky stropnice. Následně se provede montáž stěnových ztužidel v příčném i podélném směru, čím dojde k vytvoření stabilního celku. Dále se v rovině stropní konstrukce osadí dočasná ztužidla kvůli zabezpečení neměnného tvaru. Smontují se ocelové nosníky mezipodest a schodišťové nosníky v zóně 2. Tento postup se zopakuje ve 2., 3., a 4. podlaží. V posledním 5.NP se opět nejprve osadí sloupy a zajistí dočasnými ztužidly. Na sloupy se osadí v podélném směru vaznice (ty se smontují jako Gerberův nosník) a po vaznicích krokve (v případě varianty 2 ještě průvlaky mezi sloupy v příčném směru). Pokládka trapézového plechu a betonáž desky bude probíhat postupně po jednotlivých podlažích od spodního podlaží. Vytvořené desky jsou mezi zónami 1 a 2 spojitě.

A.4. Použitý Materiál

Ocel

Pevnostní tř. S355

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

$$E = 210000 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0,3$$

$$\gamma_s = 78,5 \text{ kN/m}^3$$

Beton

Pevnostní tř. C25/30

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 31000 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0,2$$

$$\gamma_b = 26,0 \text{ kN/m}^3 \text{ pro montážní stav}$$

$$\gamma_b = 24,0 \text{ kN/m}^3 \text{ pro provozní stav}$$

Betonářská výztuž

Pevnostní tř. B 550B

$$f_{sk} = 550 \text{ MPa}$$

$$E = 200000 \text{ MPa}$$

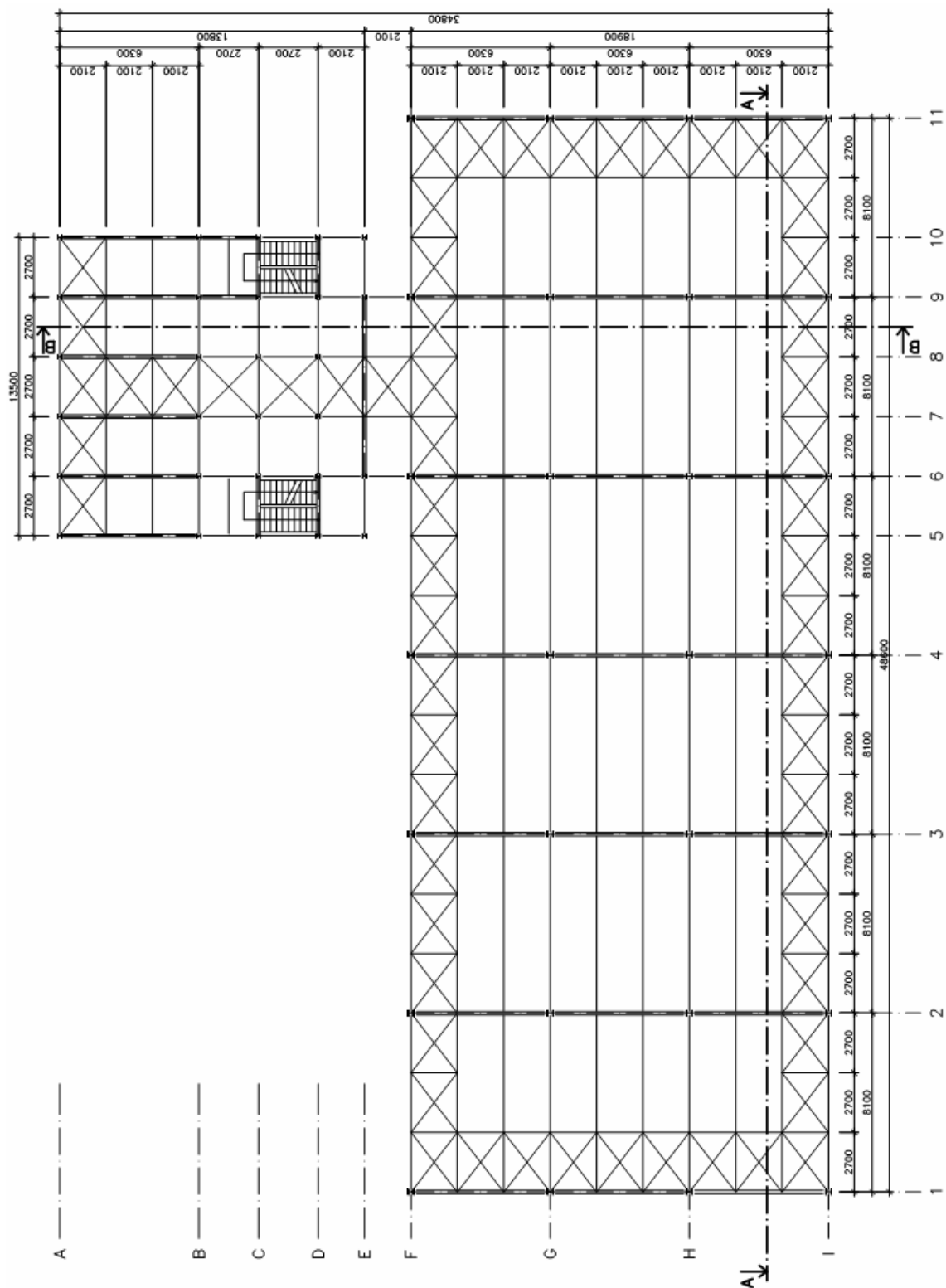
A.5. Antikorozní ochrana

Ve výrobě bude ocelová konstrukce po tryskání opatřena syntetickým nátěrem v odstínu RAL 5004. Antikorozní nátěrový systém je v souladu s ČSN EN ISO 129 44 – 5. Spojovací materiál je navržen pozinkovaný.

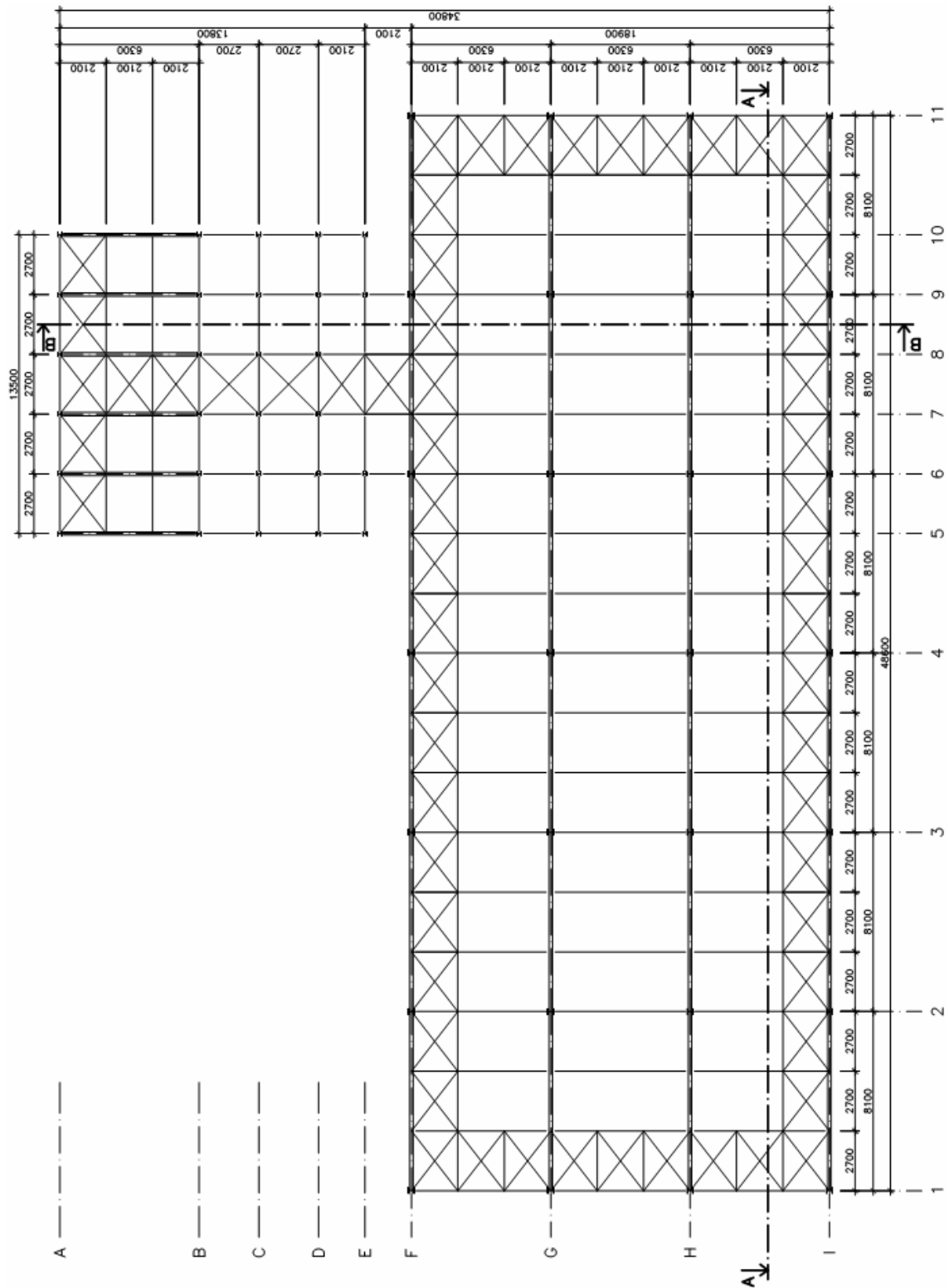
B. Tvarové řešení

B.1. Půdorysy

B.1.1. Půdorys stropní konstrukce

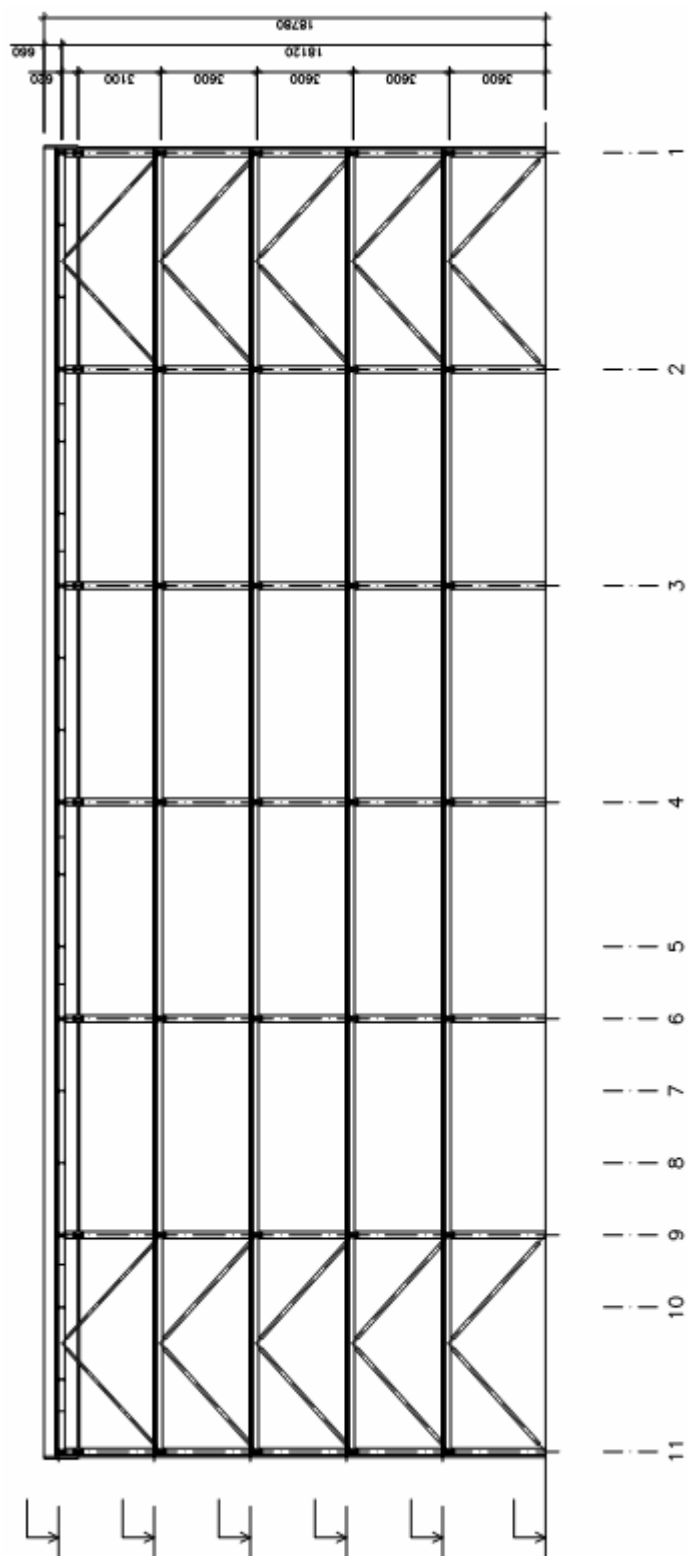


B.1.2. Půdorys střešní konstrukce

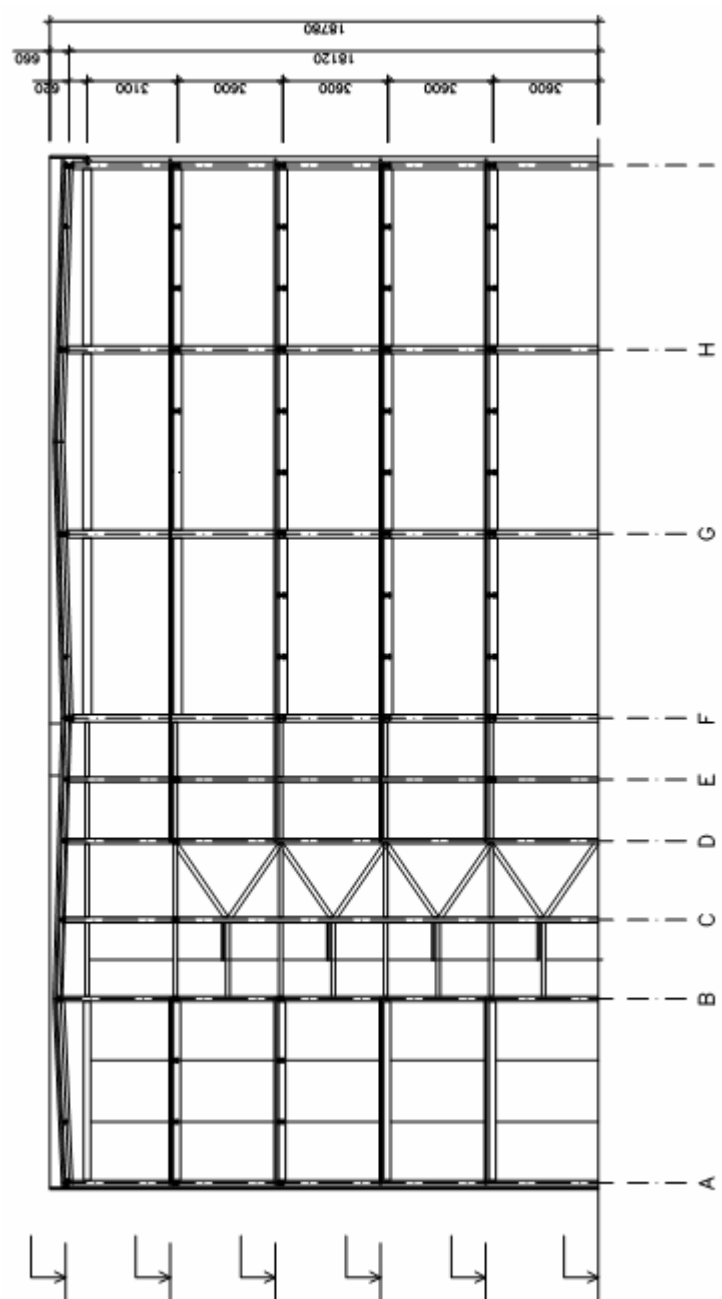


B.2. Řezy

Řez A – A

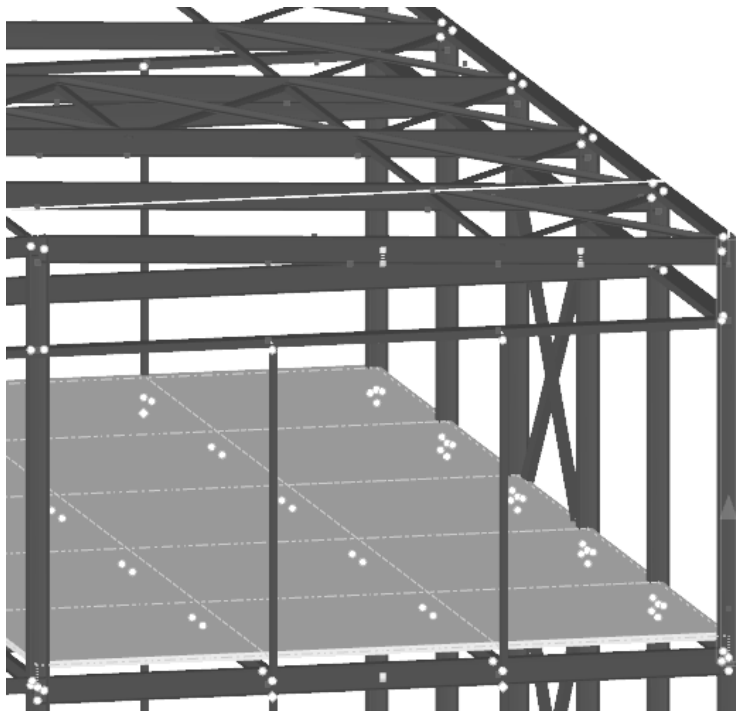


Řez B – B



B.3. Výpočtový model

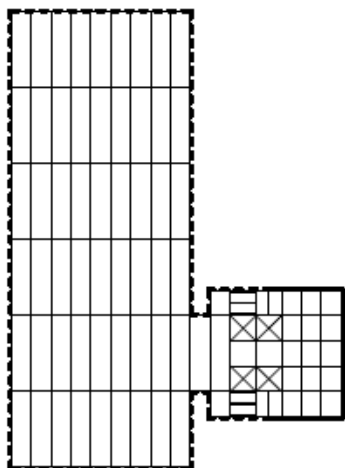
Zóna 1 – Ztužidlo tvaru K



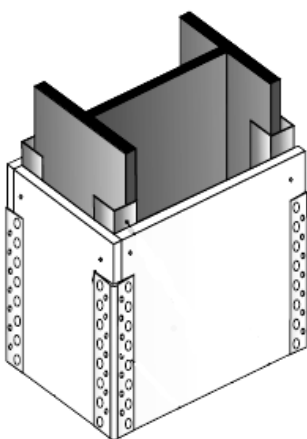
Zóna 2 – Varianta 2 - 5. NP



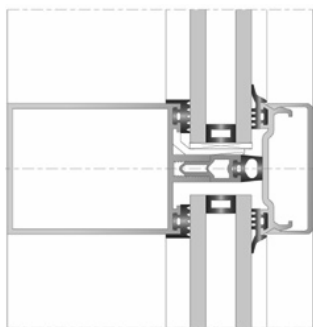
Zóna 1 – Varianta 2 – střešní konstrukce



--- Prosklená fasáda
 ----- Sendvičové panely



Obklad sloupu



Kotvení izolačního dvojskla
 v hliníkovém profilu
 Rozmístění příček ve všech

C. Statický výpočet

C.1. Zatížení

C.1.1. Stálé zatížení

C.1.1.1. Vlastní tíha

Tíha ocelových prutů (průvlaků, stropnic, sloupů, paždíků, vaznic, krokví, ztužidel) a železobetonových desek (bez žeber) je generována automaticky statickým programem.

C.1.1.2. Ostatní stálé zatížení

Zatížení na stropní konstrukci: skladba SK1

Popis	t [m]	γ [kN/m ³]	char. tíha [kN/m ²]
Laminátová deska	0,011	12,0	0,022
Dřevovláknitá deska	0,004	3,0	0,012
Vyrovnávací vrstva	0,005	14,0	0,070
Bet. mazanina vyzt. kari sítí	0,050	24,0	1,200
Separační vrstva Penefol 500	0,0008	5,0	0,004
Akustická izolace Isomer T-N 30	0,030	1,48	0,045
Žebra desky		24,0	0,864
Vnitřní instalace			0,050
Osvětlení			0,020
SDK podled			0,175
CELKEM		$g_{k,SK1} =$	2,46

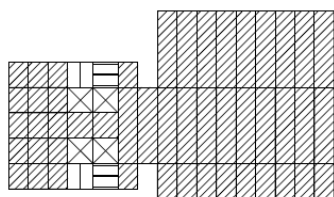
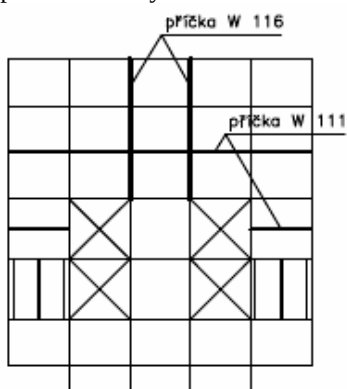
Zatížení na střešní konstrukci: skladba SK2

Popis	t [m]	γ [kN/m ³]	char. tíha [kN/m ²]
Střešní panely KS1000 XD d=80 mm - jádro D=188 mm tl. oceli 0,9 mm			0,214
Vnitřní instalace			0,050
Osvětlení			0,020
SDK podled			0,175
CELKEM		$g_{k,SK2} =$	0,25

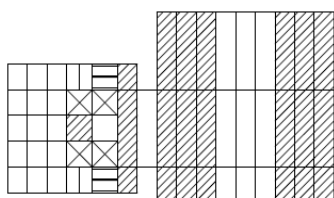
Zatížení na svislé obvodové konstrukce: skladba SK3

Popis	t [m]	γ [kN/m ³]	char. tíha [kN/m ²]
Stěnové panely KS1000 AWP			0,110
Vnitřní instalace			0,050
SDK obklad			0,175
CELKEM		$g_{k,SK3} =$	0,34

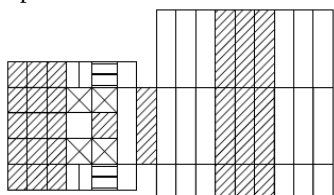
podlažích zóny 2



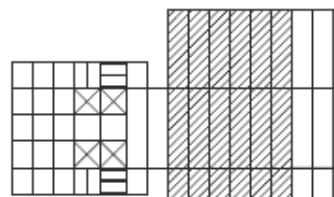
ZS3 – plně ve všech patrech



ZS4 – šach 1 - 2.NP a střídavě v patrech



ZS5 – šach 2 – 2.NP a střídavě v patrech



ZS6 – šach 3 – pro záporné M

Zatížení vnitřních stěn a sloupů: skladba SK4

Popis	t [m]	γ [kN/m ³]	char. tíha [kN/m ²]
Vnitřní instalace			0,050
SDK obklad			0,175
CELKEM		$g_{k,SK4} =$	0,23

Zatížení na svislé obvodové konstrukce: skladba SK5

Popis	t [m]	γ [kN/m ³]	char. tíha [kN/m ²]
Izolační dvojsklo			0,558
CELKEM		$g_{k,SK5} =$	0,56

Zatížení od schodišťových stupňů:

Uvažováno zjednodušeně:

$$g_k = 0,40 \text{ kN/m}^2$$

Sádkartonové příčky v zóně 2:

Knauf W 111 – jednoduchá příčka s jednoduchým opláštěním

$$\gamma = 0,27 \text{ kN/m}^2$$

Knauf W 116 – instalační příčka s dvojitým opláštěním

$$\gamma = 0,51 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení od výtahů

Výtah má vlastní nosnou konstrukci, která přenesne svislé účinky do základů.

Jedná se o bezstrojovný výtah. Stroj zajišťující pohyb kabiny a protizávaží je umístěn na samonosné konstrukci v hlavě šachty.

Stěny, podlaha a strop šachty musí mít takovou mechanickou pevnost, aby při působení bodové síly 0,3 kN z jedné nebo druhé strany v libovolném místě odolaly tomuto zatížení bez trvalé deformace nebo s pružnou deformací do 15 mm.

Zavedení zatížení od výtahů je zanedbáno.

C.1.2. Užité zatížení

C.1.2.1. Užité zatížení stropních konstrukcí pozemních staveb

Kategorie B - kancelářské plochy

$$q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

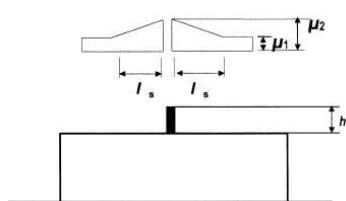
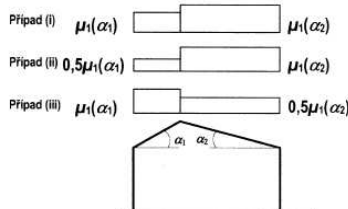
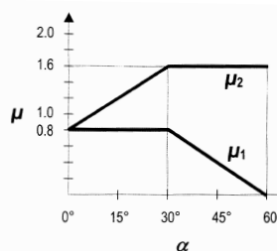
Zatěžovací stavy 3, 4, 5, 6

C.1.2.2. Přemístitelné příčky s vlastní tíhou < 1,0 kN/m délky příčky

$$q_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

Zatěžovací stavy 3, 4, 5, 6

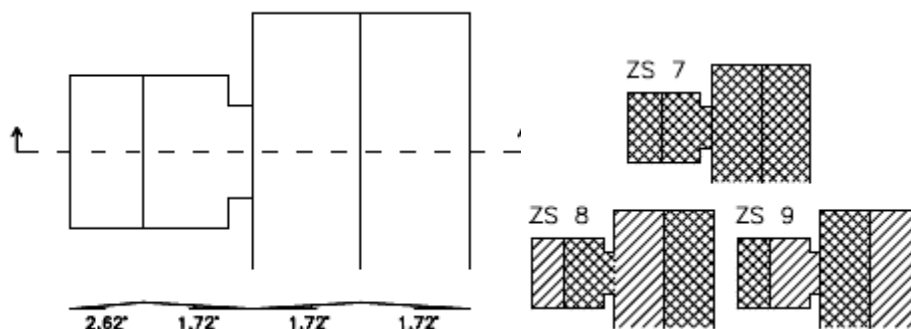
Zatížení se umístí současně s užitným zatížením v zóně 1, v zóně 2 se neuvažuje.



C.1.3. Zatížení sněhem

Hradec Králové; oblast II $\rightarrow S_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$

C.1.3.1 Sedlové střechy – Zatěžovací stavy 7, 8, 9



$\alpha = 1,72^\circ (0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ)$

$\Rightarrow \mu_1 = 0,80$

(ii) $\Rightarrow 0,5\mu_1; \mu_1$

(iii) $\Rightarrow \mu_1; 0,5\mu_1$

$\alpha = 2,62^\circ (0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ)$

$\Rightarrow \mu_1 = 0,80$

$S_k = \mu_1 C_e C_t S_k$

$S_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0$

$S_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$

C.1.3.2 Návěje na výstupky a překážky (atika) – Zatěžovací stav 10

Po celém obvodu uvažováno:

$h = h_p$

$\gamma = 2,0 \text{ kN/m}^2$

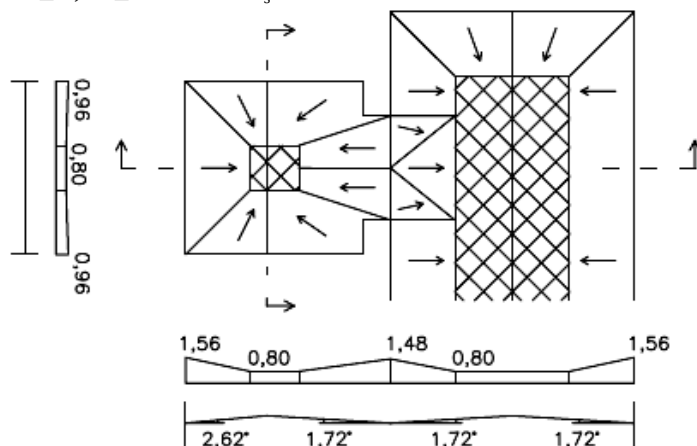
pro $h = 0,48$: $\mu_2 = \gamma h / S_k = 2,0 \cdot 0,48 / 1,0 = 0,96 \rightarrow S_k = 0,96 \text{ kN/m}^2$

pro $h = 0,78$: $\mu_2 = \gamma h / S_k = 2,0 \cdot 0,78 / 1,0 = 1,56 \rightarrow S_k = 1,56 \text{ kN/m}^2$

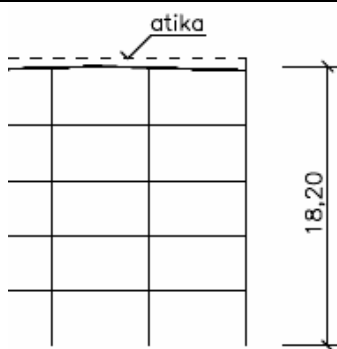
$l_s = 2h = 2 \cdot 0,78 = 1,56 \text{ m}$

$5 \text{ m} \leq l_s \leq 15 \text{ m}$

$5 \text{ m} \leq 1,56 \leq 15 \text{ m} \rightarrow l_s = 5 \text{ m}$



Zatížení sněhem je aplikováno na krokve střešní konstrukce.



C.1.4. Zatížení větrem

C.1.4.1 Zatížení větrem obecně

Větrová oblast II

Základní rychlost větru:

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

Kategorie terénu IV:

$$z_0 = 1,0 \text{ m}; z_{\min} = 10 \text{ m}; z_{0,II} = 0,05 \text{ m}; z_{\max} = 200 \text{ m}$$

Výška konstrukce (osově):

$$h = 18,2 \text{ m}$$

Základní rychlost větru 10 m nad zemí u terénu kat. II:

$$v_b = c_{\text{dir}} c_{\text{season}} v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = 25,0 \text{ m/s}$$

Součinitel směru větru, součinitel ročního období:

$$c_{\text{dir}} = c_{\text{season}} = 1,0$$

Součinitel drsnosti:

$$\text{pro } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \quad 10 \leq z \leq 200$$

$$z = h = 18,2 \text{ m}$$

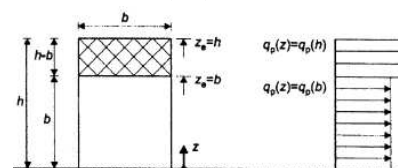
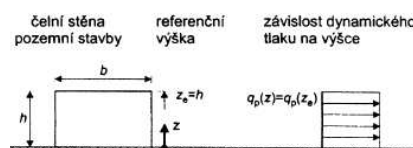
$$z = b = 13,5 \text{ m} \approx 13,8 \text{ m}$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

$$c_r(z) = 0,234 \ln\left(\frac{18,2}{1,0}\right) = 0,679$$

$$c_r(z) = 0,234 \ln\left(\frac{13,5}{1,0}\right) = 0,609$$



Střední rychlost větru:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

$$v_m(z) = 0,679 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = 16,98 \text{ m/s}$$

$$v_m(z) = 0,609 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = 15,23 \text{ m/s}$$

Součinitel orografie:

$$c_o(z) = 1,0$$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \left(\frac{1,0}{0,05} \right)^{0,07} = 0,234$$

Turbulence větru:

$$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_I = 0,234 \cdot 25,0 \cdot 1,0 = 5,85 \text{ m/s}$$

Součinitel turbulence:

$$k_I = 1,0$$

Intenzita turbulence:

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{5,85}{16,98} = 0,345$$

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{5,85}{15,23} = 0,384$$

Základní dynamický tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25,0^2 = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

Maximální dynamický tlak větru:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot v_m^2(z)$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot v_m^2(z)$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0,345] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 16,98^2$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0,384] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 15,23^2$$

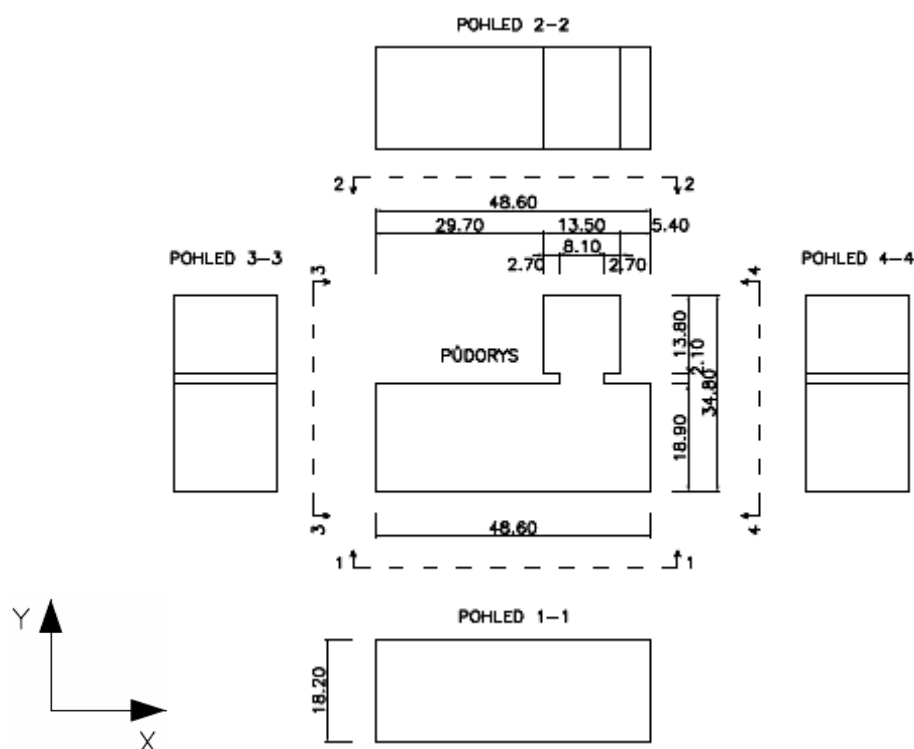
$$q_p(z) = 615,38 \text{ N/m}^2 = 0,62 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p(z) = 534,65 \text{ N/m}^2 = 0,54 \text{ kN/m}^2$$

Tlak větru na vnější povrchy konstrukce:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

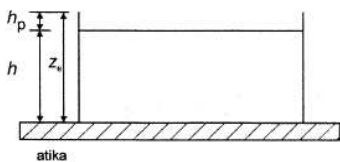
Geometrie konstrukce:



C.1.4.2 Podélný vítr: Zatěžovací stavy 11, 12, 13, 14

Součinitele $c_{pe,10}$ pro svislé stěny:

oblast	A	B	C	D	E
t					
h/d	$c_{pe,10}$				
0,37	-1,20	-0,90	-0,50	+0,72	-0,33
1,35	-1,20	-1,35	-0,50	+0,80	-0,52



$$h/d = 18,2 / 48,6 = 0,37 :$$

$$w_e = q_p(h) \cdot c_{pe}$$

$$w_e(A) = -0,74 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$w_e(B) = -0,56 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$w_e(C) = -0,31 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$w_e(D) = +0,45 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$w_e(E) = -0,20 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$h/d = 18,2 / 13,5 = 1,35 :$$

$$w_e = q_p(h) \cdot c_{pe}$$

$$w_e(A) = -0,74 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$w_e(B) = -0,84 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$w_e(C) = -0,31 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$w_e(D) = +0,50 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$w_e(E) = -0,32 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$w_e = q_p(b) \cdot c_{pe}$$

$$w_e(D) = +0,43 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Součinitele $c_{pe,10}$ pro ploché střechy s atikou:

h_p se pohybuje od 0,78 m do 0,48 m, h_p zvoleno 0,48 m

Typ střechy		F	G	H	I
S atikou	h_p/h	$c_{pe,10}$			
	0,02	-1,59	-1,09	-0,70	+0,20
	6				-0,20

$$h_p / h = 0,48 / 18,2 = 0,026 :$$

$$w_e = q_p(h) \cdot c_{pe}$$

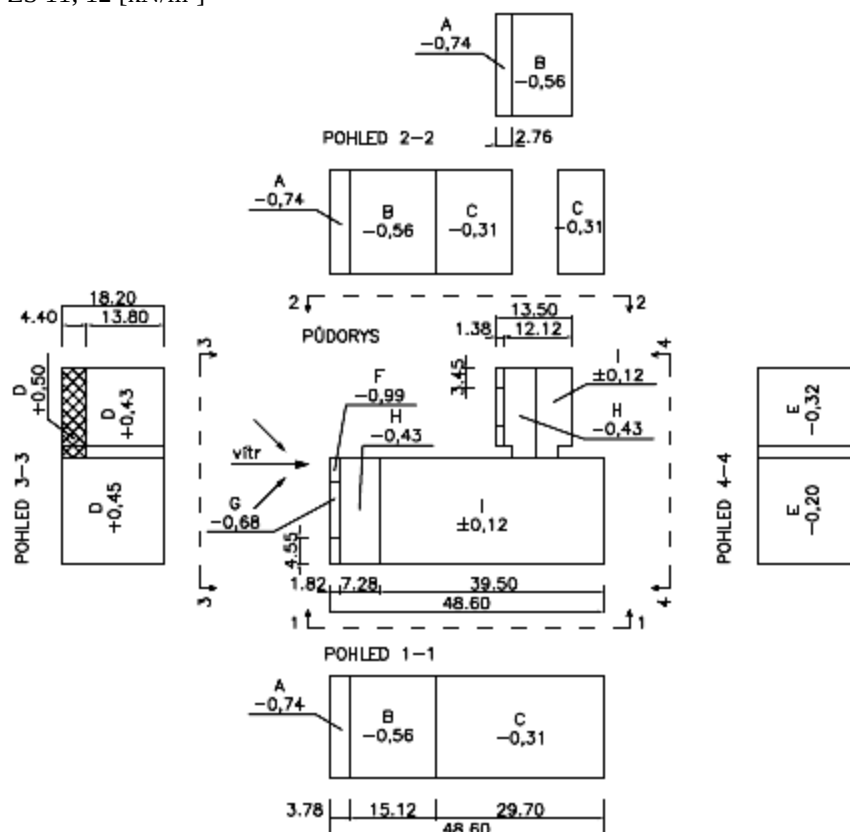
$$w_e(F) = -0,99 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$w_e(G) = -0,68 \text{ kN} / \text{m}^2$$

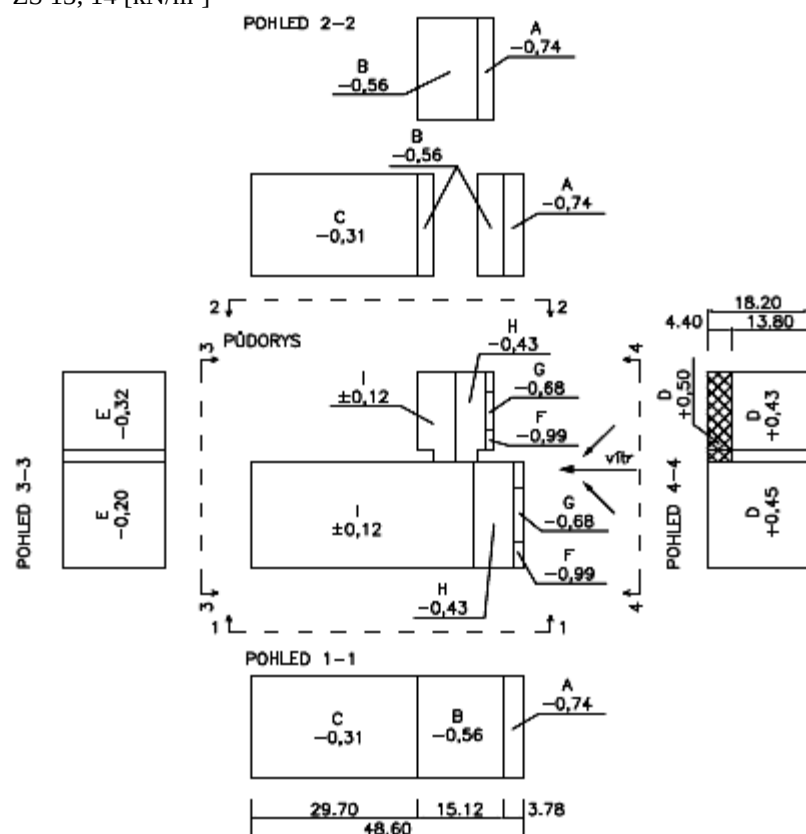
$$w_e(H) = -0,43 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$w_e(I) = \begin{cases} -0,12 \text{ kN} / \text{m}^2 \\ +0,12 \text{ kN} / \text{m}^2 \end{cases}$$

ZS 11, 12 [kN/m²]



ZS 13, 14 [kN/m²]



C.1.4.3 Příčný vítr: Zatěžovací stavy 15, 16, 17, 18

oblast	A	B	C	D	E
h/d	$c_{pe,10}$				
0,96	-1,20	-1,37	-0,50	+0,79	-0,49
0,52	-1,20	-1,02	-0,50	+0,74	-0,37

$$h/d = 18,2/18,9 = 0,96:$$

$$w_e = q_p(h) \cdot c_{pe}$$

$$w_e(A) = -0,74 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(B) = -0,85 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(C) = -0,31 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(D) = +0,49 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(E) = -0,30 \text{ kN/m}^2$$

$$h/d = 18,2/34,8 = 0,52:$$

$$w_e = q_p(h) \cdot c_{pe}$$

$$w_e(A) = -0,74 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(B) = -0,63 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(C) = -0,31 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(D) = +0,46 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(E) = -0,23 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e = q_p(b) \cdot c_{pe}$$

$$w_e(D) = +0,40 \text{ kN/m}^2$$

Součinitele $c_{pe,10}$ pro ploché střechy s atikou:

h_p se pohybuje od 0,78 m do 0,48 m, h_p zvoleno 0,48 m

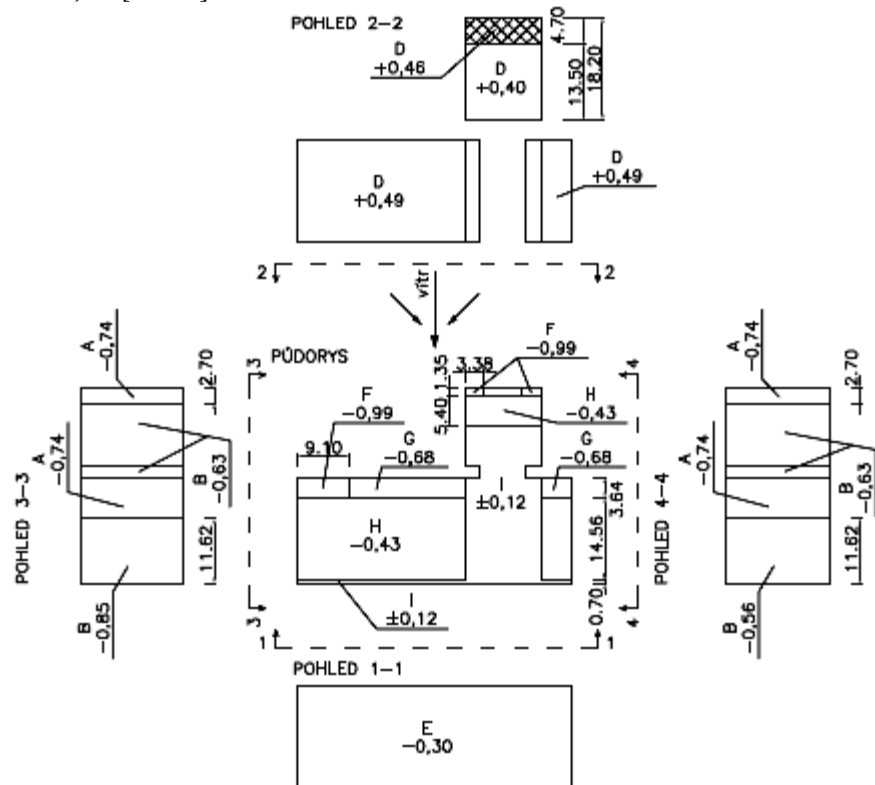
Typ střechy		F	G	H	I
S atikou	h_p/h	$c_{pe,10}$			
	0,02	-1,59	-1,09	-0,70	+0,20
	6	-1,59	-1,09	-0,70	-0,20

$$w_e = q_p(h) \cdot c_{pe} \quad w_e(H) = -0,43 \text{ kN/m}^2$$

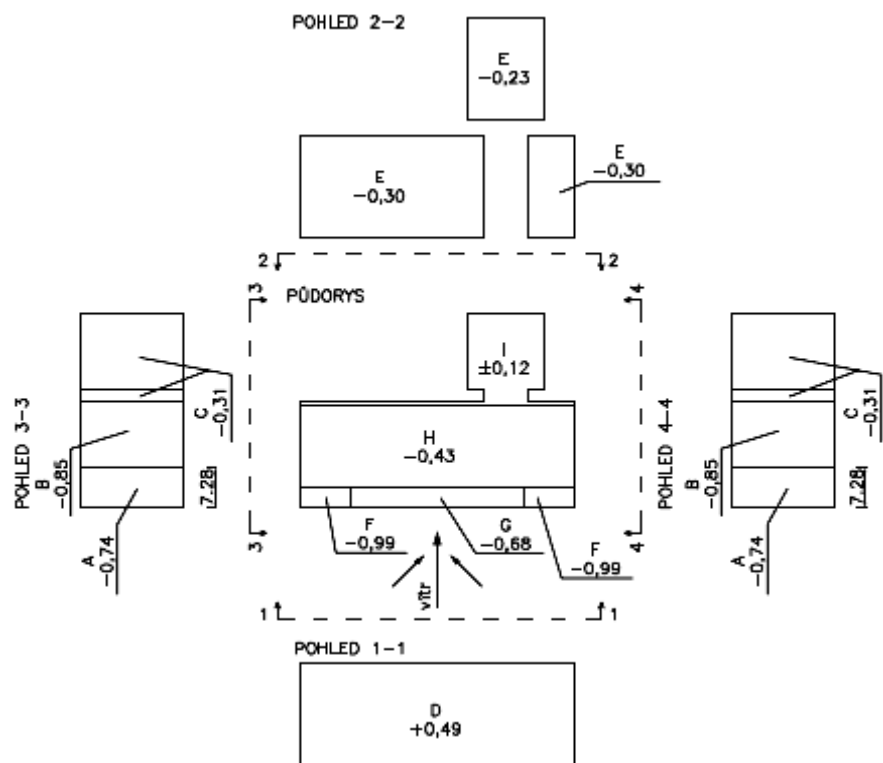
$$h_p / h = 0,48 / 18,2 = 0,026: \quad w_e(F) = -0,99 \text{ kN/m}^2 \quad w_e(I) = \begin{cases} -0,12 \text{ kN/m}^2 \\ +0,12 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$$

$$w_e(G) = -0,68 \text{ kN/m}^2$$

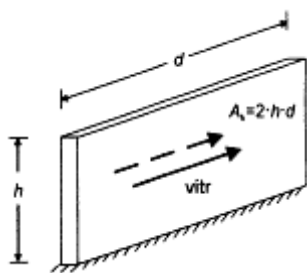
ZS 15, 16 [kN/m²]



ZS 17, 18 [kN/m²]



Pro atiku:



$$h = h_p = 0,78 \text{ m}$$

$$d = 10,8 \text{ m}$$

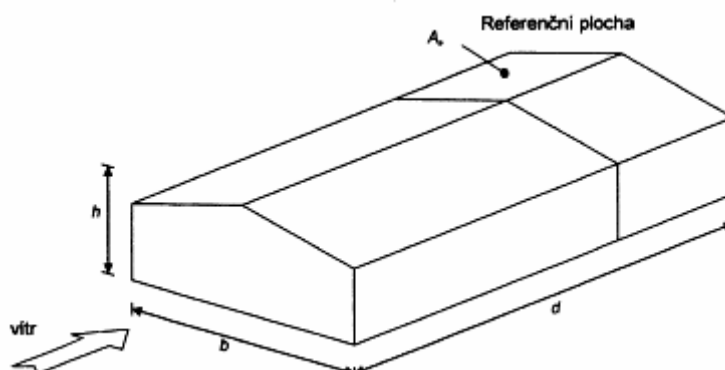
$$A_{fr} = 2 \cdot (2 \cdot 0,78 \cdot 10,8)$$

$$A_{fr} = 33,70 \text{ m}^2$$

Kingspan KS1000 XD



C.1.4.4 Třecí síly od podélného větru: Zatěžovací stavy 11, 12, 13, 14



$$d = 48,6 \text{ m}$$

$$b = 18,9 \text{ m}$$

Tření se projeví za vzdáleností:

$$\min \begin{cases} 2b = 2 \cdot 18,9 = 37,8 \\ 4h = 4 \cdot 18,2 = 72,8 \end{cases} = 37,8 \text{ m}$$

$$48,6 - 37,8 = 10,8 \text{ m}$$

V zatěžovacích stavech 11, 12 se tření neuplatní na svislé stěně za zónou 2.

$$A_{fr} = 10,8 \cdot (18 \cdot 2 + 9,452 \cdot 2)$$

$$A_{fr} = 592,96 \text{ m}^2$$

$$q_p(z_e); z_e = h$$

$$q_p(z_e) = 0,62 \text{ kN/m}^2$$

$c_{fr} = 0,01$ - hladký povrch (sendvičový panel s rovným povrchem, žebra dole)

$$F_{fr} = c_{fr} \cdot q_p(z_e) \cdot A_{fr}$$

$$F_{fr} = 0,01 \cdot 0,62 \cdot (592,96 + 33,70)$$

$$F_{fr} = 3,89 \text{ kN}$$

V modelu je na ploše A_{fr} zavedeno zatížení:

$$q_{fr} = c_{fr} \cdot q_p(z_e)$$

$$q_{fr} = 0,01 \cdot 0,62$$

$$q_{fr} = 0,0062 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení větrem na stěny se přenáší sloupky, pažďíky, okrajovými vaznicemi, průvlaky a stropnicemi.

Ve střeše přenáší zatížení krokve.

C.2. Zatěžovací stavy

ZS1 – Vlastní tíha

ZS2 – Ostatní stálé zatížení

ZS3 – Užitné zatížení – plné

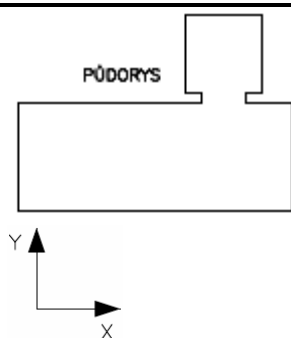
ZS4 – Užitné zatížení – šach 1

ZS5 – Užitné zatížení – šach 2

ZS6 – Užitné zatížení – šach 3

ZS7 – Sníh plný

ZS8 – Sníh pravý



ZS9 – Sníh levý
ZS10 – Sníh navátý

ZS11 – Vítr ve směru X+ (Oblast I-)
ZS12 – Vítr ve směru X+ (Oblast I+)
ZS13 – Vítr ve směru X- (Oblast I-)
ZS14 – Vítr ve směru X- (Oblast I+)
ZS15 – Vítr ve směru Y- (Oblast I-)
ZS16 – Vítr ve směru Y- (Oblast I+)
ZS17 – Vítr ve směru Y+ (Oblast I-)
ZS18 – Vítr ve směru Y+ (Oblast I+)

C.3. Kombinace zatížení pro mezní stav únosnosti

Vygenerováno statickým programem podle rovnice 6.10:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

G ... ZS1 + ZS2

QiB ... ZS3, ZS4, ZS5, ZS6

Qs ... ZS7, ZS8, ZS9, ZS10

Qw ... ZS11, ZS12, ZS13, ZS14, ZS15, ZS16, ZS17, ZS18

Kombinace účinků:

1.35G	1.00G
1.35G + 1.50Qs	1.00G + 1.50Qs
1.35G + 1.50Qs + 0.90Qw	1.00G + 1.50Qs + 0.90Qw
1.35G + 1.50Qs + 0.90Qw + 1.05QiB	1.00G + 1.50Qs + 0.90Qw + 1.05QiB
1.35G + 1.50Qs + 1.05QiB	1.00G + 1.50Qs + 1.05QiB
1.35G + 1.50Qw	1.00G + 1.50Qw
1.35G + 0.75Qs + 1.50Qw	1.00G + 0.75Qs + 1.50Qw
1.35G + 0.75Qs + 1.50Qw + 1.05QiB	1.00G + 0.75Qs + 1.50Qw + 1.05QiB
1.35G + 1.50Qw + 1.05QiB	1.00G + 1.50Qw + 1.05QiB
1.35G + 1.50QiB	1.00G + 1.50QiB
1.35G + 0.75Qs + 1.50QiB	1.00G + 0.75Qs + 1.50QiB
1.35G + 0.75Qs + 0.90Qw + 1.50QiB	1.00G + 0.75Qs + 0.90Qw + 1.50QiB
1.35G + 0.90Qw + 1.50QiB	1.00G + 0.90Qw + 1.50QiB

C.3. Kombinace zatížení pro mezní stav použitelnosti

Kombinace účinků

1.00G	1.00G + 0.50Qs + 0.60Qw + 1.00QiH
1.00G + 1.00Qs	1.00G + 0.50Qs + 0.60Qw + 0.70QiB + 1.00QiH
1.00G + 1.00Qs + 0.60Qw	1.00G + 0.50Qs + 0.70QiB + 1.00QiH
1.00G + 1.00Qs + 0.60Qw + 0.70QiB	1.00G + 0.60Qw + 1.00QiH
1.00G + 1.00Qs + 0.70QiB	1.00G + 0.60Qw + 0.70QiB + 1.00QiH
1.00G + 1.00Qw	1.00G + 0.70QiB + 1.00QiH
1.00G + 0.50Qs + 1.00Qw	1.00G
1.00G + 0.50Qs + 1.00Qw + 0.70QiB	1.00G + 0.20Qs
1.00G + 1.00Qw + 0.70QiB	1.00G + 0.20Qs + 0.30QiB
1.00G + 1.00QiB	1.00G + 0.20Qw
1.00G + 0.50Qs + 1.00QiB	1.00G + 0.20Qw + 0.30QiB
1.00G + 0.50Qs + 0.60Qw + 1.00QiB	1.00G + 0.50QiB
1.00G + 0.60Qw + 1.00QiB	

Kingspan KS1000 XD



C.4. Návrh a posouzení konstrukčních prvků

C.4.1 Střešní panely

Zatížení působící rovnoběžně s rovinou střechy přenáší krokve, sklon střechy je 3%.
 $\rho = 21,40 \text{ kg/m}^2 \dots 0,22 \text{ kN/m}^2$

max. zatížení (sněhová návěj + tlak větru) :

$$Q_d = 1,5 Q_s + 1,5 Q_w \psi$$

$$Q_d = 1,5 \cdot 1,56 + 1,5 \cdot 0,12 \cdot 0,6$$

$$Q_d = 2,45 \text{ kN/m}^2$$

Tabulková hodnota únosnosti pro rozpon 3,0 m, osová vzdálenost krokví 2,7 m :

$$Q_{Rd} = 6,23 \text{ kN/m}^2$$

(vlastní tíha panelů je v tabulkách únosnosti zohledněna)

Minimální šířka podpory:

$$a_{min} = 91 \text{ mm}$$

$$Q_{Rd} \geq Q_d$$

$$6,23 \geq 2,45 \quad \text{VYHOVUJE}$$

C.4.2 Stěnové panely

$$\rho = 11,17 \text{ kg/m}^2 \dots 0,11 \text{ kN/m}^2$$

max. zatížení (sání větru, oblast B):

$$Q_k = 0,85 \text{ kN/m}^2$$

Tabulková hodnota únosnosti v sání pro rozpon 2,75 m, prostý nosník:

$$Q_{Rk} = 0,98 \text{ kN/m}^2$$

(hodnota se porovnává s charakteristickou hodnotou zatížení)

$$Q_{Rk} \geq Q_k$$

$$0,98 \geq 0,85 \quad \text{VYHOVUJE}$$

max. zatížení (tlak větru, oblast D):

$$Q_k = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

Tabulková hodnota únosnosti v tlaku pro rozpon 2,75 m, prostý nosník:

$$Q_{Rk} = 2,69 \text{ kN/m}^2$$

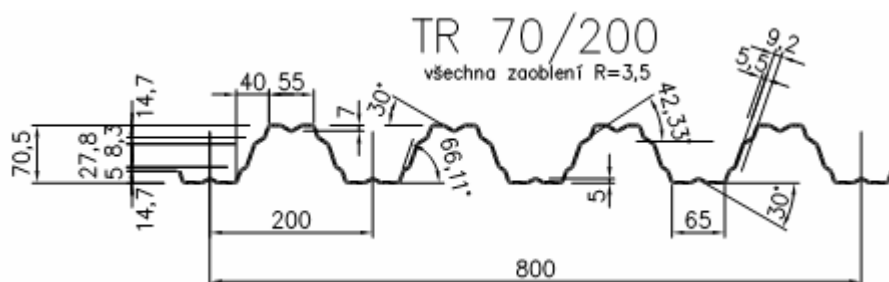
$$Q_{Rk} \geq Q_k$$

$$2,69 \geq 0,50 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Kingspan KS1000 AWP



C.4.3 Trapézový plech



Trapézový plech TR 70/200, poloha negativní (betonem vyplněna širší žebra)

plech:

$$\begin{aligned} f_{yb} &= 320 \text{ MPa} \\ A_g &= 1280,0 \text{ mm}^2 \\ I_{y,g} &= 914000,0 \text{ mm}^4 \\ I_{y,eff}^- &= 913000,0 \text{ mm}^4 \\ I_{y,eff}^+ &= 914000,0 \text{ mm}^4 \\ \min W_{y,eff} = W_{y,eff}^- &= 24610,0 \text{ mm}^3 \\ W_{y,eff}^+ &= 24920,0 \text{ mm}^3 \\ \rho &= 10,95 \text{ kg/m}^2 \\ t_p &= 0,88 \text{ mm} \\ h_p &= 71,38 \text{ mm} \end{aligned}$$

deska:

$$\begin{aligned} h_f &= 70 \text{ mm} \\ h_c &= 140,5 \text{ mm} \\ \gamma_b &= 26,0 \text{ kN/m}^3 \\ A_{z,1} &= 7202,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

plocha 1 žebra

Zatížení

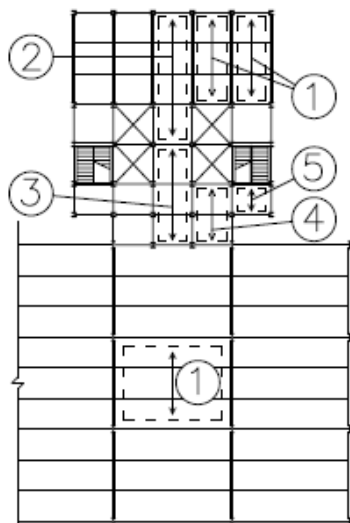
stálé

popis	f_k [kN/m]	γ_F [-]	f_d [kN/m ²]
TR 70/200	0,1095	1,35	0,15
tíha bet. směsi $\gamma_b \cdot (1 \cdot h_f + 5 \cdot A_{z,1})$	2,76	1,35	3,72
stálé celkem	2,87		3,87

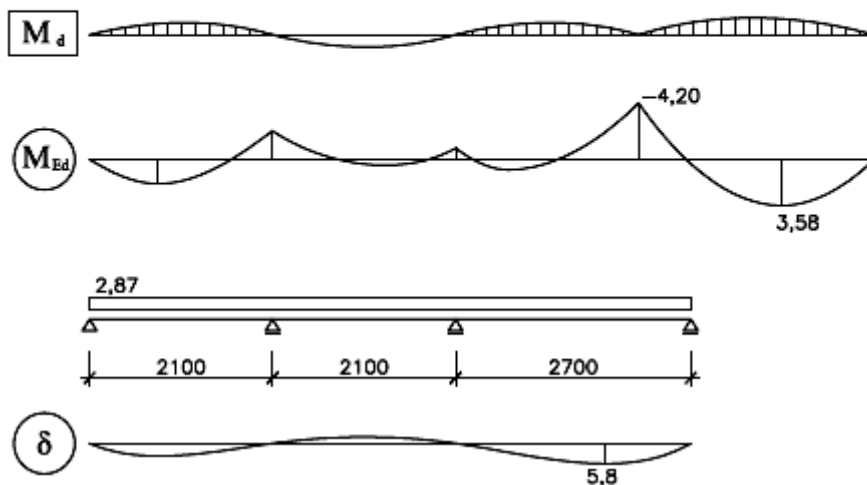
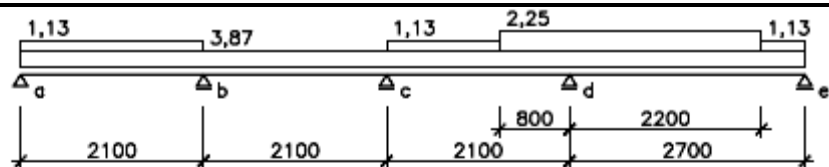
nahodilé při betonáži

na dl. 3 m	1,50	1,50	2,25
ostatní části	0,75	1,50	1,13

Návrhové situace:



-šípky značí směr žeber



Rozhodující pro MSÚ je pozice 2

$$M_{Ed} = -4,20 \text{ kNm}$$

Rozhodující pro MSP je pozice 3

$$\delta = 5,8 \text{ mm}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

$$M_{c,Rd} = \min W_{y,eff} \cdot f_{yb} / \gamma_{M0} = 7,88 \text{ kNm}$$

$M_{Ed} / M_{c,Rd}$	$\leq$	1,0
0,53	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Posouzení mezního stavu

použitelnosti

charakteristické stálé zatížení:

$$g_k = 2,87 \text{ kN/m}^2$$

$$\delta_{max} = L/250 = 2700 / 250 = 10,8 \text{ mm}$$

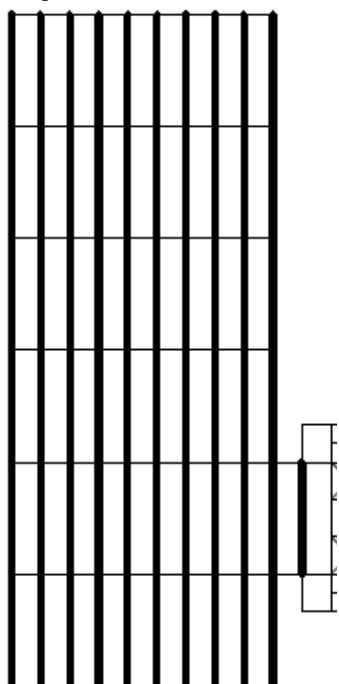
$$\delta = 5,8 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
10,8	$>$	5,8
VYHOVUJE		

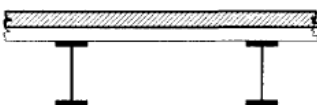
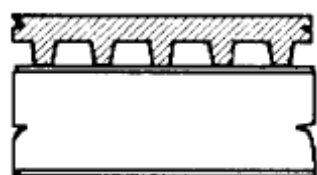
δ_{max}	$\geq$	δ
20,0	$>$	5,8
VYHOVUJE		

$\delta \leq 20 \text{ mm} \rightarrow$ není nutno uvažovat zvětšenou tloušťku desky vlivem průhybu.

Stropní konstrukce, zóna 1



Prvky pro posouzení



Trapézový plech nebyl posouzen na smyk a lokální únosnost. Proto byla provedena dodatečná kontrola MSÚ (konst. zatížení $q_d = 3,87 + 2,25 \text{ kN/m}^2$) a MSP ($q_k = 2,87 \text{ kN/m}^2$) ze statických tabulek na délku pole 3 m (viz příloha).

C.4.4. Spřažená ocelobetonová Stropnice ST1 – Varianta 1,2

Stropnice IPE 200

montážní stav - působí ocelový nosník

stropnice je uprostřed rozpětí v montážní fázi podepřena

tř. 1

$b_c =$	2100 mm
$L =$	8100 mm
$A_a =$	2850,0 mm ²
$I_a =$	19430000,0 mm ⁴
$W_{el,y} =$	194300,0 mm ³
$W_{pl,y} =$	221000,0 mm ³
$t_w =$	5,6 mm
$t_f =$	8,5 mm

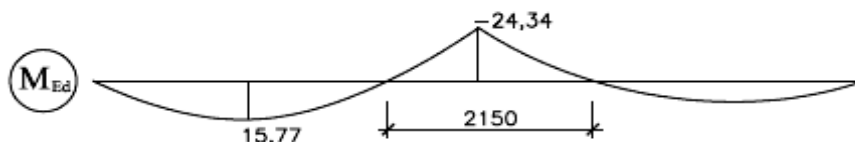
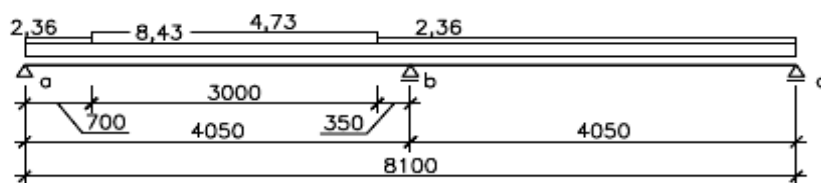
Zatížení

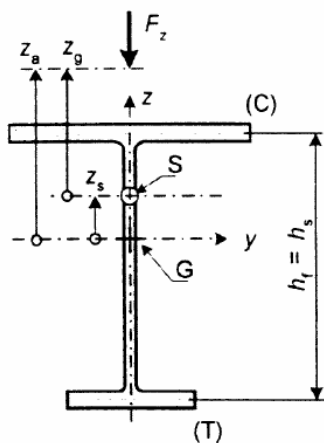
stálé

popis	f_k [kN/m]	γ_F [-]	f_d [kN/m]
vl. tíha	0,22	1,35	0,30
TR 70/200 / $\cdot b_c$	0,23	1,35	0,31
tíha bet. směsi $\gamma_b \cdot (1 \cdot h_f + 5 \cdot A_{z,1})$	5,79	1,35	7,81
stálé celkem	6,24		8,43

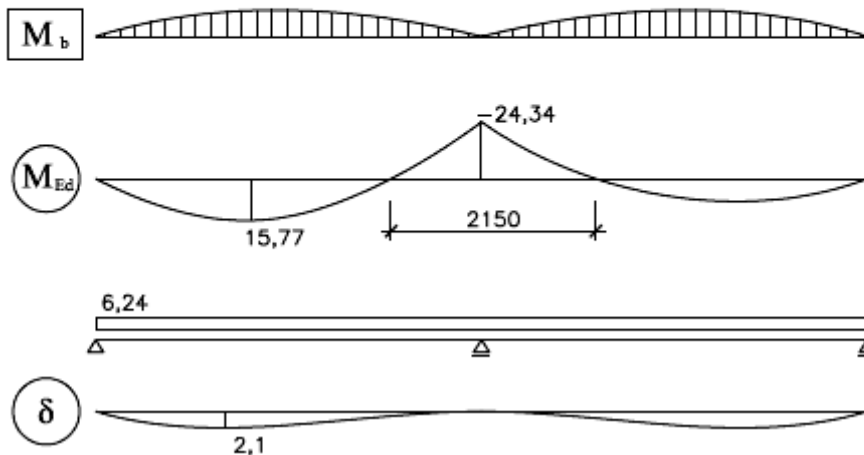
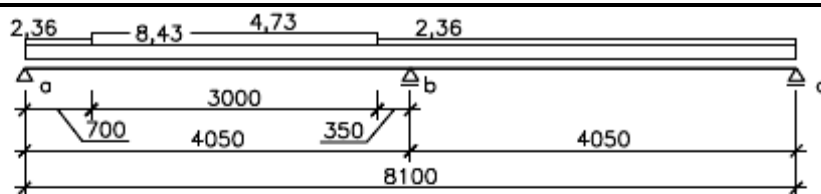
nahodilé při betonáži

na dl. 3 m / $\cdot b_c$	3,15	1,50	4,73
ostatní části / $\cdot b_c$	1,58	1,50	2,36





-obecný popis



Největší ohybový moment:

$$M_{Ed} = -24,34 \text{ kNm}$$

KLOPENÍ

$L =$	2150 mm	$I_t =$	69200 mm ⁴
$k_y =$	-	$I_y =$	19430000 mm ⁴
$k_z =$	1 -	$I_z =$	1420000 mm ⁴
$k_w =$	1 -	$I_w =$	12990000000 mm ⁶
$C_1 =$	1,36 -	$W_{el,y} =$	194300 mm ³
$C_2 =$	0,55 -	$W_{el,z} =$	28470 mm ³
$C_3 =$	0,41 -	$G =$	81000 MPa
$z_a =$	100,0 mm	$E =$	210000 MPa
$z_s =$	0,0 mm	$f_y =$	355 MPa
$z_g =$	100,0 mm	$\kappa_{wt} =$	1,02 -
$z_j =$	0,0 mm	$\zeta_g =$	1,07 -
$\psi_f =$	0	$\zeta_j =$	0,00 -
$h_f =$	191,5 mm		
$I_{fc} =$	708333 mm ⁴		
$I_{ft} =$	708333 mm ⁴		
$\mu_{cr} =$	1,297 -		
$M_{cr} =$	77506118 Nmm	$\beta =$	1,00 -
$\lambda_{LT} =$	0,943 -	$\alpha_{LT} =$	0,21 -
$\Phi_{LT} =$	1,023 -	$\lambda_{LT,0} =$	0,20 -
$\chi_{LT} =$	0,705 -	$\gamma_{M1} =$	1,00 -

$$M_{y,Rk} = 68976500 \text{ Nmm}$$

$$M_{y,Ed} = 24340000 \text{ Nmm}$$

$$M_{z,Rk} = 10106850 \text{ Nmm}$$

$$M_{z,Ed} = 0 \text{ Nmm}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

$$M_{b,Rd} = 28,67 \text{ kNm}$$

$M_{Ed} / M_{b,Rd}$	$\leq$	1,0
0,85	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Posouzení mezního stavu
použitelnosti

(průhyb jen od stálého zatížení)

$$\delta_{max} = L/250 = (8100/2) / 250 = 16,2 \text{ mm}$$

moment ve střední podpoře:

$$M_{gk} = -0,125 \cdot g_k \cdot L^2 = -12,80 \text{ kNm}$$

$$\delta = \frac{1}{E_a I_a} \left(\frac{5}{384} g_k L^4 - \frac{1}{16} M_{gk} L^2 \right) =$$

$$\delta = \frac{1}{210 \cdot 10^3 \cdot 1943 \cdot 10^4} \left(\frac{5}{384} \cdot 6,24 \cdot 4050^4 - \frac{1}{16} 12,80 \cdot 10^6 \cdot 4050^2 \right)$$

$$\delta = 2,1 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
16,2	$>$	2,1
VYHOVUJE		

δ_{max}	$\geq$	δ
20,0	$>$	2,1
VYHOVUJE		

$\delta \leq 20 \text{ mm} \rightarrow$ není nutno uvažovat zvětšenou tloušťku desky vlivem průhybu.

provozní stav - působí ocelobetonový nosník

$$\gamma_b = 24,0 \text{ kN/m}^3$$

Zatížení

stálé

popis	f_k [kN/m]	γ_F [-]	f_d [kN/m]
vl. tíha	0,22	1,35	0,30
TR 70/200 / $\cdot b_c$	0,23	1,35	0,31
železobetonová deska	5,34	1,35	7,21
$\gamma_b \cdot (1 \cdot h_f + 5 \cdot A_{z,1}) \cdot b_c$			
skladba SK1 / $\cdot b_c$	2,66	1,35	3,59
stálé celkem	8,46		11,42
užitné			
užitné - kat. B	5,25	1,50	7,88

$q_k \cdot b_c = 2,5 \cdot 2,1$			
přemístitelné příčky			
$q_k \cdot b_c = 0,5 \cdot 2,1$	1,05	1,50	1,58
celkem	14,76		20,87

Největší ohybový moment:

$$M_{Ed} = 1/8 \cdot 20,87 \cdot 8,1^2 = 159,40 \text{ kNm}$$

Největší posouvající síla:

$$V_{Ed} = 1/2 \cdot 20,87 \cdot 8,1 = 78,71 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu

Únosnost ve smyku:

$$V_{pl,Rd} = A_v \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 1164,8 \frac{355}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 238,74 \text{ kN}$$

$$A_v = 1,04 \cdot h \cdot t_w = 1,04 \cdot 220 \cdot 5,9 = 1164,8 \text{ mm}^2$$

$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,35	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Spolupůsobící šířka desky:

$$b_{eff} = b_{e1} + b_{e2} + b_0 = 2025 \text{ mm}$$

$$b_{e1} = b_{e2} = L/8 = 1013 \text{ mm}$$

$$b_0 = 0 \text{ mm}$$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_a f_y / \gamma_{M0}}{b_{eff} 0,85 f_{ck} / \gamma_c} = \frac{2850 \cdot 355 / 1,0}{2025 \cdot 0,85 \cdot 25 / 1,5} = 35,3 \text{ mm}$$

Únosnost v ohybu:

$$c_a = h_f + h_p + h/2 = 241,4 \text{ mm}$$

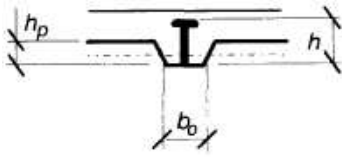
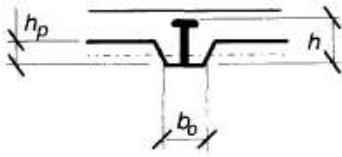
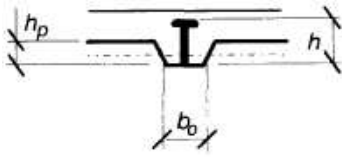
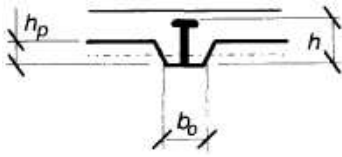
$$M_{pl,Rd} = A_a \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot (c_a - x/2) = 2850 \cdot 355 / 1,0 \cdot (241,4 - 35,3/2) = 226,38 \text{ kNm}$$

$M_{Ed} / M_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,76	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Spřažení

trny v 1 řadě:

$$d = 22,0 \text{ mm}$$

		$h_{sc} = 125,0 \text{ mm} \geq 3d \quad \text{VYHOVUJE}$ $h_{sc} \leq h_p + 75 \quad \text{VYHOVUJE}$ $d_h = 35,0 \text{ mm} \geq 1,5d \quad \text{VYHOVUJE}$ $h_h = 10,0 \text{ mm} \geq 0,4d \quad \text{VYHOVUJE}$ $h_{sc} / d = 5,68 \quad -$	
		$\alpha = 1,00 \quad -$	
		ocel S t 37-3K $f_u = 360 \text{ MPa}$ $f_y = 235 \text{ MPa}$ $f_u / f_y = 1,53 \geq 1,20 \quad \text{VYHOVUJE}$ $\gamma_v = 1,25 \quad -$ $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $E_{cm} = 31000 \text{ MPa}$	
		$P_{Rd} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm}) / \gamma_v}$ $P_{Rd} = 0,29 \cdot 1 \cdot 22^2 \cdot \sqrt{(25 \cdot 31000) / 1,25}$ $P_{Rd} = 98,85 \text{ kN}$	
		$P_{Rd} = 0,8 \cdot f_u / \gamma_v \cdot (\pi \cdot d^2) / 4$ $P_{Rd} = 0,8 \cdot 360 / 1,25 \cdot (\pi \cdot 22^2) / 4$ $P_{Rd} = 87,58 \text{ kN}$	
		$n_r = 1 \quad -$ $b_0 = (65 + 145) / 2 = 105 \text{ mm}$ $k_t = 0,77$ $\min P_{Rd} \cdot k_t = 65,69 \text{ kN}$	$k_{t,max} = 0,75$
		$F_{cf} = V_l = 1011,75 \text{ kN}$ $n_f = V_l / \min P_{Rd} \cdot k_t = 15,4 \text{ celkem:}$ $(L/2) / (n_f / n_r) = 263 \text{ mm}$	39 úplné sprážení
		$5d = 110,0 \text{ mm}$ $s_l = 200 \text{ mm} \geq 5d \quad \text{VYHOVUJE}$ $15 t_f \cdot \varepsilon = 103,7 \text{ mm}$	
		<u>Mezní stav použitelnosti</u> Posoudí se průhyb spráženého nosníku za předpokladu pružného působení. Účinný modul pružnosti betonu je uvažován s vlivem dotvarování betonu:	
		$E'_c = E_{cm} / 2 = 15500 \text{ MPa}$	
		pracovní součinitel: $n = E_a / E_c = 6,77 \quad -$	
		poloha neutrální osy:	
			

$$c_a = h_f + h_p + h_w / 2 = 241,4 \text{ mm}$$

$$e = \frac{A_a \cdot c_a + \frac{1}{n} \cdot A_c \cdot a_c}{A_a + \frac{1}{n} \cdot A_c} = \frac{2850 \cdot 241,4 + \frac{1}{6,77} \cdot 70 \cdot 2025 \cdot \frac{70}{2}}{2850 + \frac{1}{6,77} \cdot 70 \cdot 2025}$$

$$e = 59,7 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu:

$$z_a = c_a - e = 181,6 \text{ mm}$$

$$z_c = e - h_w / 2 = 24,7 \text{ mm}$$

$$I_i = I_a + A_a \cdot z_a^2 + 1/n \cdot (I_c + A_c \cdot z_c^2)$$

$$I_i = 19430000 + 2850 \cdot 181,6^2 + 1/6,77 \cdot (1/12 \cdot 2025 \cdot 70^3 + 2025 \cdot 70 \cdot 24,7^2)$$

$$I_i = 134812195 \text{ mm}^4$$

Průhyb spřaženého nosníku:

$$f_k = 14,76 \text{ kN/m}$$

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{f_k \cdot L^4}{E_a \cdot I_i}$$

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{14,76 \cdot 8100^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 134812195} = 27,1 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = L/250 = 32,4 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
32,4	>	29,2
VYHOVUJE		

C.4.5. Spřažený ocelobetonový Průvlak P1 – Varianta 1

Průvlak IPE 330
montážní stav - působí ocelový nosník

tř. 1

$$L = 6300 \text{ mm}$$

$$A_a = 6260,0 \text{ mm}^2$$

$$I_a = 117700000,0 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,y} = 713333,3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 804000,0 \text{ mm}^3$$

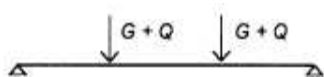
$$t_w = 7,5 \text{ mm}$$

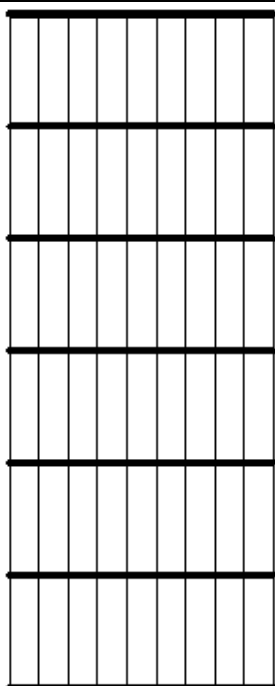
$$t_f = 11,5 \text{ mm}$$

Zatížení

stálé

popis	F_k, f_k [kN, kN/m]	γ_F [-]	F_d, f_d [kN, kN/m]
reakce od stropnic [kN]	50,56	1,35	68,26
vl. tíha [kN/m]	0,49	1,35	0,66





Prvky pro posouzení

nahodilé při betonáži 0,75 kN/m ² na ploše 3 x 3 m 0,75 · 1,5 · 3 [kN]	3,38	1,50	5,06
0,75 kN/m ² na celé ploše 0,75 · 2,1 · 8,1 [kN]	12,76	1,50	19,14
nahodilé celkem [kN]	16,13		24,20
celkem [kN]	66,69		92,45

Největší ohybový moment:

$$M_{Ed} = (G_d + Q_d) \cdot L/3 + 1/8 \cdot g_d \cdot L^2 =$$

$$(68,26 + 24,20) \cdot 2,1 + 1/8 \cdot 0,66 \cdot 6,30^2 = 197,44 \text{ kNm}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 285,42 \text{ kNm}$$

$M_{Ed} / M_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,69	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Posouzení mezního stavu použitelnosti

(průhyb jen od stálého zatížení)

$$\delta_{max} = L/250 = 6300 / 250 = 25,2 \text{ mm}$$

$$\delta = \frac{23}{648} \frac{G_k L^3}{E_a I_a} + \frac{5}{384} \frac{g_k \cdot L^4}{E_a I_a}$$

$$\delta = \frac{23}{648} \cdot \frac{50,56 \cdot 10^3 \cdot 6300^3}{210 \cdot 10^3 \cdot 1177 \cdot 10^5} + \frac{5}{384} \cdot \frac{0,49 \cdot 6300^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 1177 \cdot 10^5}$$

$$\delta = 18,6 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
25,2	$>$	18,6
VYHOVUJE		

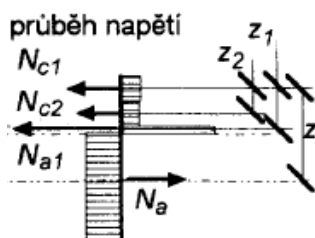
provozní stav - působí ocelobetonový nosník

Zatížení

stálé

popis	F_k, f_k [kN, kN/m]	γ_F [-]	F_d, f_d [kN, kN/m]
reakce od stropnic [kN]	68,50	1,35	92,47
vl. Tíha [kN/m]	0,49	1,35	0,66

užitné												
užitné - kat. B												
5,25 · 8,1 [kN]	42,53	1,50	63,79									
přemístitelné příčky												
1,05 · 8,1 [kN]	8,51	1,50	12,76									
nahodilé celkem [kN]	51,03		76,55									
celkem [kN]	119,53		169,02									
Největší ohybový moment:												
$M_{Ed} = (G_d + Q_d) \cdot L/3 + 1/8 \cdot g_d \cdot L^2 =$												
$(92,47 + 76,55) \cdot 2,1 + 1/8 \cdot 0,66 \cdot 6,3^2 = 333,89 \text{ kNm}$												
Největší posouvající síla:												
$V_{Ed} = G_d + Q_d + 1/2 \cdot g_d \cdot L =$												
$92,47 + 76,55 + 1/2 \cdot 0,66 \cdot 6,3 = 159,52 \text{ kN}$												
<u>Posouzení mezního stavu použitelnosti</u>												
posouzení průřezu na smyk												
$V_{pl,Rd} = A_v \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 2574,0 \frac{355}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 527,57 \text{ kN}$												
$A_v = 1,04 \cdot h \cdot t_w = 1,04 \cdot 330 \cdot 7,5 = 2574,0 \text{ mm}^2$												
<table><tr><td>$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$</td><td>$\leq$</td><td>1,0</td></tr><tr><td>0,32</td><td><</td><td>1,0</td></tr><tr><td colspan="3">VYHOVUJE</td></tr></table>				$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0	0,32	<	1,0	VYHOVUJE		
$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0										
0,32	<	1,0										
VYHOVUJE												
Spolupůsobící šířka desky:												
$b_{eff} = b_{e1} + b_{e2} + b_0 = 1665 \text{ mm}$												
$b_{e1} = b_{e2} = L/8 = 788 \text{ mm}$												
$b_0 = 90 \text{ mm}$ VYHOVUJE												
$b_0 \geq 4 d = 76 \text{ mm}$												
$\text{mm} \geq 20$												
$e_d = 35 \text{ mm}$ VYHOVUJE												
$e_d \leq 9 t_f \cdot \varepsilon = 84,2 \text{ mm}$ VYHOVUJE												
Poloha neutrální osy:												
předpokládaná poloha NO v betonové desce:												
$x = \frac{A_a f_y / \gamma_{M0}}{b_{eff} 0,85 f_{ck} / \gamma_c} = \frac{6260 \cdot 355 / 1,0}{1665 \cdot 0,85 \cdot 25 / 1,5} = 94,2 \text{ mm}$												
$x = 94,2 \text{ mm} > h_f = 70 \text{ mm}$												
předpoklad neplatí, NO leží v ocelovém profilu:												
Únosnosti částí průřezu se stanoví následovně:												



$$N_a = A_a \cdot f_y / \gamma_{M0} =$$

$$N_a = 6260 \cdot 355 / 1,0 = 2222,30 \text{ kN}$$

$$N_{c1} = 0,85 \cdot A_{c1} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$$

$$N_{c1} = 0,85 \cdot (1665 \cdot 70) \cdot 25 / 1,50 = 1651,13 \text{ kN}$$

$$A_{c2} = 14197,1 \text{ mm}^2$$

$$N_{c2} = 0,85 \cdot A_{c2} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$$

$$N_{c2} = 0,85 \cdot 14197,1 \cdot 25 / 1,50 = 201,13 \text{ kN}$$

$$N_a = 2222,30 \text{ kN} > N_{c1} + N_{c2} = 1852,25 \text{ kN}$$

Poloha NO se určí z rovnováhy sil v průřezu, tahová síla se musí rovnat tlakové:

$$N_+ = N_- = (2222,30 + 1852,25) / 2 = 2037,28 \text{ kN}$$

Tlaková síla v ocelovém profilu:

$$N_{a1} = 2037,28 - 1852,25 = 185,02 \text{ kN}$$

$$x' = 185,02 \cdot 10^3 / (160 \cdot 355 / 1,0) = 3,3 \text{ mm}$$

$$x' = 3,3 \text{ mm} < t_f = 11,5 \text{ mm}$$

Poloha NO je v pásnici

Únosnost v ohybu:

$$z = 70/2 + 71,38 + 330/2 = 271,4 \text{ mm}$$

$$z_1 = 70/2 + 71,38 + 3,3/2 = 108,0 \text{ mm}$$

$$z_2 = 70/2 + 32,5 = 67,5 \text{ mm}$$

$$M_{pl,Rd} = N_a \cdot z - 2 N_{a1} \cdot z_1 - N_{c2} \cdot z_2 =$$

$$2222,30 \cdot 10^3 \cdot 271,4 - 2 \cdot 234,57 \cdot 10^3 \cdot 108,4 -$$

$$- 102,03 \cdot 10^3 \cdot 67,5 = 549,54 \text{ kNm}$$

$M_{Ed} / M_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,65	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Sprážení

trny ve 2 řadách:

$$d = 19,0 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 125,0 \text{ mm} \geq 3d \text{ VYHOVUJE}$$

$$h_{sc} \leq h_p + 75 \text{ VYHOVUJE}$$

$$d_h = 32,0 \text{ mm} \geq 1,5d \text{ VYHOVUJE}$$

$$h_h = 10,0 \text{ mm} \geq 0,4d \text{ VYHOVUJE}$$

$$h_{sc} / d = 6,58$$

$$d / t_f = 1,65 \leq 2,50 \text{ VYHOVUJE}$$

$$\alpha = 1,00$$

ocel S t 37-3K

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

	$f_y = 235 \text{ MPa}$ $f_u / f_y = 1,53 \geq 1,20$ VYHOVUJE $\gamma_v = 1,25$ - $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $E_{cm} = 31000 \text{ MPa}$
	$P_{Rd} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm}) / \gamma_v}$ $P_{Rd} = 0,29 \cdot 1 \cdot 19^2 \cdot \sqrt{(25 \cdot 31000) / 1,25}$ $P_{Rd} = 73,73 \text{ kN}$
	$P_{Rd} = 0,8 \cdot f_u / \gamma_v \cdot (\pi \cdot d^2) / 4$ $P_{Rd} = 0,8 \cdot 360 / 1,25 \cdot (\pi \cdot 19^2) / 4$ $P_{Rd} = 65,33 \text{ kN}$
	$n_r = 2$ - $b_0 = 201 \text{ mm}$ $k_l = 1,27 \leq 1,0$ $\min P_{Rd} \cdot k_l = 65,33 \text{ kN}$
	$F_{cf} = V_l = 1852,25 \text{ kN}$ $n_f = V_l / \min P_{Rd} \cdot k_l = 28,4 \text{ ks}$ celkem ks: 56 $(L/2) / (n_f / n_r) = 222 \text{ mm}$ úplné sprážení $4d = 76,0 \text{ mm}$ $s_t = 90,0 \text{ mm} \geq 4d$ VYHOVUJE $5d = 95,0 \text{ mm}$ $s_l = 200 \text{ mm} \geq 5d$ VYHOVUJE $15 t_f \cdot \varepsilon = 140,3 \text{ mm}$
	Mezní stav použitelnosti Posoudí se průhyb spráženého nosníku za předpokladu pružného působení. Účinný modul pružnosti betonu je uvažován s vlivem dotvarování betonu: $E'_c = E_{cm} / 2 = 15500 \text{ MPa}$
	pracovní součinitel: $n = E_a / E_c = 6,77$ -
	poloha neutrální osy: $c_a = h_f + h_p + h/2 = 306,4 \text{ mm}$
	$e_1 = \frac{A_a \cdot c_a + \frac{1}{n} \cdot (A_{c1} \cdot c_{c1} + A_{c2} \cdot c_{c2})}{A_a + \frac{1}{n} \cdot (A_{c1} + A_{c2})}$ $e_1 = \frac{6260 \cdot 306,4 + \frac{1}{6,77} \cdot (70 \cdot 1665 \cdot \frac{70}{2} + 14197,1 \cdot (70 + 32,5))}{6260 + \frac{1}{6,77} \cdot (70 \cdot 1665 + 14197,1)}$ $e_1 = 107,0 \text{ mm}$
	Moment setrvačnosti ideálního průřezu: $z_a = c_a - e_1 = 199,4 \text{ mm}$ $z_{c1} = e_1 - c_{c1} = 72,0 \text{ mm}$ $z_{c2} = e_1 - c_{c2} = 4,5 \text{ mm}$ $I_{c2} = 20732308,8 \text{ mm}^4$
	$I_i = I_a + A_a \cdot z_a^2 + 1/n \cdot (I_{c1} + A_{c1} \cdot z_{c1}^2 + I_{c2} + A_{c2} \cdot z_{c2}^2)$ $I_i = 1177 \cdot 10^5 + 6260 \cdot 199,4^2 + 1/6,77 \cdot (1/12 \cdot 1665 \cdot 70^3 + 1665 \cdot 70 \cdot 72,0^2 + 20,7 \cdot 10^6 + 14197,1 \cdot 4,5^2)$ $I_i = 465868944 \text{ mm}^4$

Je nutno prověřit, zda se nosník chová pružně:

montážní stav (jen stálé zatížení):

$$M_{Gk} = G_k \cdot L/3 + 1/8 \cdot g_k \cdot L^2 = 50,56 \cdot 2,1 + 1/8 \cdot 0,49 \cdot 6,30^2 = 108,61 \text{ kNm}$$

provozní stav (jen nahodilé zatížení):

$$M_{Qk} = Q_k \cdot L/3 = 51,03 \cdot 2,1 = 107,16 \text{ kNm}$$

Normálové napětí v dolních vláknech ocelového nosníku:

$$e_2 = h_f + h_p + h - e_1 = 364,4 \text{ mm}$$

$$\sigma_2 = \frac{108,61 \cdot 10^6}{713333,3} + \frac{107,16 \cdot 10^6}{465868944} \cdot 364,4 = 236,08 \text{ MPa}$$

σ_2 / f_y	$\leq$	1,0
0,67	<	1,0
VYHOVUJE		

Normálové napětí v horních vláknech betonové desky:

$$\sigma_1 = \frac{107,16 \cdot 10^6}{6,77 \cdot 465868944} \cdot 107,0 = 3,63 \text{ MPa}$$

$\sigma_1 / 0,85 \cdot f_{ck}$	$\leq$	1,0
0,17	<	1,0
VYHOVUJE		

Průhyb spřaženého nosníku:

reakce od příbytku stálého zatížení od skladby SK1:

$$G_k = 2,66 \cdot 8,1 = 21,55 \text{ kN}$$

$$\delta = \frac{23}{648} \cdot \frac{(51,03 + 21,55) \cdot 10^3 \cdot 6300^3}{210 \cdot 10^3 \cdot 465868944} = 6,6 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = L/300 = 21 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
21,0	>	6,6
VYHOVUJE		

Celkový průhyb spodní hrany ocelového nosníku je:

$$\delta = 18,6 + 6,6 = 25,1 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = L/250 = 25,2 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
25,2	>	25,1
VYHOVUJE		

C.4.6. Spřažená ocelobetonová Stropnice ST2 – Varianta 1,2

Stropnice IPE 140
montážní stav - působí ocelový nosník

tř. 1

$b_c =$	2100 mm
$L =$	2700 mm
$A_a =$	1640,0 mm ²
$I_a =$	5410000,0 mm ⁴
$W_{el,y} =$	77285,7 mm ³
$W_{pl,y} =$	88300,0 mm ³
$t_w =$	4,7 mm
$t_f =$	6,9 mm

Zatížení

stálé

popis	f_k [kN/m]	γ_F [-]	f_d [kN/m]
vl. tíha	0,13	1,35	0,17
TR 70/200 / $\cdot b_c$	0,23	1,35	0,31
tíha bet. směsi $\gamma_b \cdot (1 \cdot h_f + 5 \cdot A_{z,1}) / \cdot b_c$	5,79	1,35	7,81
stálé celkem	6,15		8,30

nahodilé při betonáži

na dl. 3 m (2,7 m) / $\cdot b_c$	3,15	1,50	4,73
----------------------------------	------	------	------

Největší ohybový moment:

$$M_{Ed} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2 = 1/8 \cdot (8,30 + 4,73) \cdot 2,7^2 = 11,87 \text{ kNm}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} f_y / \gamma_{M0} = 31,35 \text{ kNm}$$

$M_{Ed} / M_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,38	$<$	1,0
VYHOVUJE		

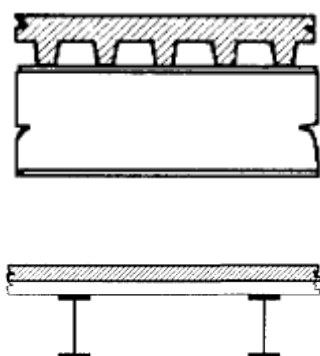
Posouzení mezního stavu použitelnosti

(průhyb jen od stálého zatížení)

$$\delta_{max} = L/250 = 2700 / 250 = 10,8 \text{ mm}$$

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{g_k L^4}{E_a I_a}$$

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{6,15 \cdot 2700^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 541 \cdot 10^4} = 3,7 \text{ mm}$$



	<table><tr><td>δ_{max}</td><td>$\geq$</td><td>δ</td></tr><tr><td>10,8</td><td>$>$</td><td>3,7</td></tr><tr><td colspan="3">VYHOVUJE</td></tr></table>	δ_{max}	$\geq$	δ	10,8	$>$	3,7	VYHOVUJE																				
δ_{max}	$\geq$	δ																										
10,8	$>$	3,7																										
VYHOVUJE																												
	<table><tr><td>δ_{max}</td><td>$\geq$</td><td>δ</td></tr><tr><td>20,0</td><td>$>$</td><td>3,7</td></tr><tr><td colspan="3">VYHOVUJE</td></tr></table>	δ_{max}	$\geq$	δ	20,0	$>$	3,7	VYHOVUJE																				
δ_{max}	$\geq$	δ																										
20,0	$>$	3,7																										
VYHOVUJE																												
$\delta \leq 20 \text{ mm} \rightarrow$ není nutno uvažovat zvětšenou tloušťku desky vlivem průhybu.																												
provozní stav - působí ocelobetonový nosník																												
	$\gamma_b = 24,0 \text{ kN/m}^3$																											
<u>Zatížení</u>																												
stálé																												
popis	<table><tr><td>f_k [kN/m]</td><td>γ_F [-]</td><td>f_d [kN/m]</td></tr><tr><td>vl. tíha</td><td>0,13</td><td>1,35</td><td>0,17</td></tr><tr><td>TR 70/200 / $\cdot b_c$</td><td>0,23</td><td>1,35</td><td>0,31</td></tr><tr><td>železobetonová deska $\gamma_b \cdot (1 \cdot h_f + 5 \cdot A_{z,1}) \cdot b_c$</td><td>5,34</td><td>1,35</td><td>7,21</td></tr><tr><td>skladba SK1 / $\cdot b_c$</td><td>1,60</td><td>1,35</td><td>2,16</td></tr><tr><td>SDK příčka W 111 Knauf $\gamma \cdot h = 0,27 \cdot 2,72$</td><td>0,73</td><td>1,35</td><td>0,99</td></tr><tr><td>stálé celkem</td><td>8,04</td><td></td><td>10,85</td></tr></table>	f_k [kN/m]	γ_F [-]	f_d [kN/m]	vl. tíha	0,13	1,35	0,17	TR 70/200 / $\cdot b_c$	0,23	1,35	0,31	železobetonová deska $\gamma_b \cdot (1 \cdot h_f + 5 \cdot A_{z,1}) \cdot b_c$	5,34	1,35	7,21	skladba SK1 / $\cdot b_c$	1,60	1,35	2,16	SDK příčka W 111 Knauf $\gamma \cdot h = 0,27 \cdot 2,72$	0,73	1,35	0,99	stálé celkem	8,04		10,85
f_k [kN/m]	γ_F [-]	f_d [kN/m]																										
vl. tíha	0,13	1,35	0,17																									
TR 70/200 / $\cdot b_c$	0,23	1,35	0,31																									
železobetonová deska $\gamma_b \cdot (1 \cdot h_f + 5 \cdot A_{z,1}) \cdot b_c$	5,34	1,35	7,21																									
skladba SK1 / $\cdot b_c$	1,60	1,35	2,16																									
SDK příčka W 111 Knauf $\gamma \cdot h = 0,27 \cdot 2,72$	0,73	1,35	0,99																									
stálé celkem	8,04		10,85																									
užitné																												
užitné - kat. B $q_k \cdot b_c = 2,5 \cdot 2,1$	<table><tr><td>5,25</td><td>1,50</td><td>7,88</td></tr></table>	5,25	1,50	7,88																								
5,25	1,50	7,88																										
celkem	<table><tr><td>13,29</td><td></td><td>18,72</td></tr></table>	13,29		18,72																								
13,29		18,72																										
Největší ohybový moment:																												
	$M_{Ed} = 1/8 \cdot 18,72 \cdot 2,7^2 = 17,06 \text{ kNm}$																											
Největší posouvající síla:																												
	$V_{Ed} = 1/2 \cdot 18,72 \cdot 2,7 = 25,28 \text{ kNm}$																											
<u>Posouzení průřezu</u>																												
Únosnost ve smyku:																												
	$V_{pl,Rd} = A_v \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 684,3 \frac{355}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 140,26 \text{ kN}$																											
	$A_v = 1,04 \cdot h \cdot t_w = 1,04 \cdot 140 \cdot 4,7 = 684,3 \text{ mm}^2$																											

	<table><tr><td>$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$</td><td>$\leq$</td><td>1,0</td></tr><tr><td>0,18</td><td>$<$</td><td>1,0</td></tr><tr><td colspan="3">VYHOVUJE</td></tr></table>	$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0	0,18	$<$	1,0	VYHOVUJE		
$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0								
0,18	$<$	1,0								
VYHOVUJE										
Spolupůsobící šířka desky:										
$b_{eff} = b_{e1} + b_{e2} + b_0 =$	675 mm									
$b_{e1} = b_{e2} = L/8 =$	338 mm									
$b_0 =$	0 mm									
Poloha neutrální osy:										
$x = \frac{A_a f_y / \gamma_{M0}}{b_{eff} 0,85 f_{ck} / \gamma_c} = \frac{1640 \cdot 355 / 1,0}{675 \cdot 0,85 \cdot 25 / 1,5} =$	60,9 mm									
Únosnost v ohybu:										
$c_a = h_f + h_p + h/2 =$	211,4 mm									
$M_{pl,Rd} = A_a \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot (c_a - x/2) =$										
$1640 \cdot 355 / 1,0 \cdot (211,4 - 60,9/2) =$	105,34 kNm									
	<table><tr><td>$M_{Ed} / M_{pl,Rd}$</td><td>$\leq$</td><td>1,0</td></tr><tr><td>0,16</td><td>$<$</td><td>1,0</td></tr><tr><td colspan="3">VYHOVUJE</td></tr></table>	$M_{Ed} / M_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0	0,16	$<$	1,0	VYHOVUJE		
$M_{Ed} / M_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0								
0,16	$<$	1,0								
VYHOVUJE										
<u>Spřažení</u>										
trny v 1 řadě:										
$d =$	22,0 mm									
$h_{sc} =$	125,0 mm $\geq 3d$ VYHOVUJE									
	$h_{sc} \leq h_p + 75$ mm $\geq$ VYHOVUJE									
$d_h =$	35,0 mm $\geq 1,5d$ VYHOVUJE									
$h_h =$	10,0 mm $\geq 0,4d$ VYHOVUJE									
$h_{sc} / d =$	5,68 -									
$\alpha =$	1,00 -									
ocel S t 37-3K										
$f_u =$	360 MPa									
$f_y =$	235 MPa									
$f_u / f_y =$	1,53 $\geq 1,20$ VYHOVUJE									
$\gamma_v =$	1,25 -									
$f_{ck} =$	25 MPa									
$E_{cm} =$	31000 MPa									
$P_{Rd} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_v$										
$P_{Rd} = 0,29 \cdot 1 \cdot 22^2 \cdot \sqrt{(25 \cdot 31000)} / 1,25$										
$P_{Rd} =$	98,85 kN									
$P_{Rd} = 0,8 \cdot f_u / \gamma_v \cdot (\pi \cdot d^2) / 4$										
$P_{Rd} = 0,8 \cdot 360 / 1,25 \cdot (\pi \cdot 22^2) / 4$										

$P_{Rd} =$	87,58	kN										
$n_r =$	1	-										
$b_0 = (65+145)/2 =$	105	mm										
$k_t =$	0,77	$k_{t,max} = 0,75$										
$\min P_{Rd} \cdot k_t =$	65,69	kN										
			otvor v plechu									
$F_{cf} = V_l =$	582,20	kN										
$n_f = V_l / \min P_{Rd} \cdot k_t =$	8,9	ks										
$(L/2)/(n_f / n_r) =$	152	mm										
			částečné spřažení									
$5d =$	110,0	mm										
$s_l =$	200	mm $\geq 5d$	VYHOVUJE									
<u>částečné spřažení</u>												
podmínka pro dostatečnou deformovatelnost trnů:												
pro $L_e \leq 25$ $\eta = n/n_f \geq 1 - 355 / f_y (0,75 - 0,03 L_e)$ ale $\eta \geq 0,4$												
$n_f =$	9	ks										
$n =$	6	ks										
$\eta =$	0,67	$>$	0,33									
		$>$	0,40									
VYHOVUJE												
$N_{c,f} =$	582,20	kN										
$N_c = \eta \cdot N_{c,f} =$	388,13	kN										
$x = N_c / (0,85 f_{cd} \cdot b_{eff})$	40,6	mm										
$n_{f,red} = N_c / \min P_{rd} \cdot k_t =$	5,9	ks	na polovinu nosníku									
trny budou umístěny v každé vlně, celkem tedy 6 trnů na 1/2 nosníku.												
Snížený moment únosnosti:												
$N_a =$	582,20	kN										
$N_+ = N_- =$	485,17	kN										
$c_a = (h_f + h_p + h/2 - x/2) =$	191,1	mm										
$N_{a1} = -N_c + N_+ =$	97,03	kN										
$A_{a1} =$	273,3	mm ²										
$x' = A_{a1}/b = 328,0 / 73 =$	3,7	mm										
$c_{a1} = (h_f + h_p + x'/2 - x/2) =$	123,0	mm										
$M_{Rd} = N_a c_a - 2 N_{a1} \cdot c_{a1} =$	87,39	kNm										
<table border="1"><tr><td>M_{Ed} / M_{Rd}</td><td>$\leq$</td><td>1,0</td></tr><tr><td>0,20</td><td>$<$</td><td>1,0</td></tr><tr><td colspan="3">VYHOVUJE</td></tr></table>				M_{Ed} / M_{Rd}	$\leq$	1,0	0,20	$<$	1,0	VYHOVUJE		
M_{Ed} / M_{Rd}	$\leq$	1,0										
0,20	$<$	1,0										
VYHOVUJE												

Mezní stav použitelnosti

Posoudí se průhyb spřaženého nosníku za předpokladu pružného působení. Účinný modul pružnosti betonu je uvažován s vlivem dotvarování betonu:

$$E'_c = E_{cm}/2 = 15500 \text{ MPa}$$

pracovní součinitel:

$$n = E_a / E_c = 6,77$$

poloha neutrální osy:

$$c_a = h_f + h_p + h/2 = 211,4 \text{ mm}$$

$$e = \frac{A_a \cdot c_a + \frac{1}{n} \cdot h_f \cdot b_{eff} \cdot \frac{h_f}{2}}{A_a + \frac{1}{n} \cdot h_f \cdot b_{eff}} = \frac{1320 \cdot 201,4 + \frac{1}{6,77} \cdot 70 \cdot 675 \cdot \frac{70}{2}}{1320 + \frac{1}{6,77} \cdot 70 \cdot 675}$$
$$e = 68,6 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu:

$$z_a = c_a - e = 142,8 \text{ mm}$$

$$z_c = e - h_f/2 = 33,6 \text{ mm}$$

$$I_i = I_a + A_a \cdot z_a^2 + 1/n \cdot (I_c + A_c \cdot z_c^2)$$

$$I_i = 5410000 + 1640 \cdot 142,8^2 + 1/6,77 \cdot (1/12 \cdot 675 \cdot 70^3 + 675 \cdot 70 \cdot 33,6^2)$$

$$I_i = 49565866,9 \text{ mm}^4$$

Průhyb částečně spřaženého nosníku:

$$f_k = 13,29 \text{ kN/m}$$

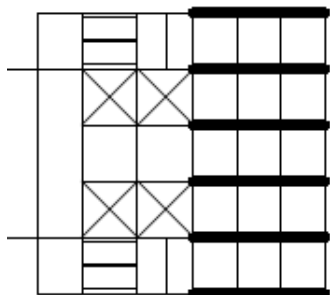
$$\delta_i = \frac{5}{384} \cdot \frac{f_k \cdot L^4}{E_a I_i} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13,29 \cdot 2700^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 36753981} = 0,9 \text{ mm}$$

$$\delta_a = \frac{5}{384} \cdot \frac{f_k \cdot L^4}{E_a I_a} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13,29 \cdot 2700^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 318 \cdot 10^4} = 8,1 \text{ mm}$$

$$\delta = \delta_i [1 + 0,3(1 - \eta) \left(\frac{\delta_a}{\delta_i} - 1 \right)] = 1,6 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = L/250 = 10,8 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
10,8	>	1,6
VYHOV UJE		



Prvky pro posouzení

C.4.7. Spřažený ocelobetonový Průvlak P2 – Varianta 1,2

Průvlak IPE 240
montážní stav - působí ocelový nosník

tř. 1

$L =$	6300	mm
$A_a =$	3910,0	mm ²
$I_a =$	38920000,0	mm ⁴
$W_{el,y} =$	324333,3	mm ³
$W_{pl,y} =$	367000,0	mm ³
$t_w =$	6,2	mm
$t_f =$	9,8	mm

Zatížení

stálé

popis	F_k, f_k [kN, kN/m]	γ_F [-]	F_d, f_d [kN, kN/m]
reakce od stropnic [kN]	16,60	1,35	22,41
vl. tíha [kN/m]	0,31	1,35	0,41
nahodilé při betonáži			
0,75 kN/m ² na ploše 2,7 x 3 m 0,75 · 2,7 · 1,5 [kN]	3,04	1,50	4,56
0,75 kN/m ² na celé ploše 0,75 · 2,1 · 2,7 [kN]	4,25	1,50	6,38
nahodilé celkem [kN]	7,29		10,94
celkem [kN]	23,89		33,34

Největší ohybový moment:

$$M_{Ed} = (G_d + Q_d) \cdot L/3 + 1/8 \cdot g_d \cdot L^2 = (22,41 + 10,94) \cdot 2,1 + 1/8 \cdot 0,41 \cdot 6,30^2 = 72,07 \text{ kNm}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 130,29 \text{ kNm}$$

$M_{Ed} / M_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,55	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Posouzení mezního stavu použitelnosti

(průhyb jen od stálého zatížení)

$$\delta_{max} = L/250 = 6300 / 250 = 25,2 \text{ mm}$$

$$\delta = \frac{23}{648} \cdot \frac{G_k L^3}{E_a I_a} + \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot L^4}{E_a I_a}$$

$$\delta = \frac{23}{648} \cdot \frac{16,60 \cdot 10^3 \cdot 6300^3}{210 \cdot 10^3 \cdot 3892 \cdot 10^4} + \frac{5}{384} \cdot \frac{0,31 \cdot 6300^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 3892 \cdot 10^4}$$

$$\delta = 18,8 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
25,2	$>$	18,8
VYHOVUJE		

δ_{max}	$\geq$	δ
20,0	$>$	18,8
VYHOVUJE		

$\delta \leq 20 \text{ mm} \rightarrow$ není nutno uvažovat zvětšenou tloušťku desky vlivem průhybu.

provozní stav - působí ocelobetonový nosník

Zatížení

stálé

popis	F_k, f_k [kN, kN/m]	γ_F [-]	F_d, f_d [kN, kN/m]
reakce od stropnic [kN]	21,70	1,35	29,29
vl. Tíha [kN/m]	0,31	1,35	0,41
SDK příčka W 116 Knauf $\gamma \cdot h = 0,51 \cdot 2,72$ [kN/m]	1,39	1,35	1,87
stálé celkem [kN/m]	1,69	1,35	2,29
užitné užitné - kat. B $q_k \cdot b_c = 5,25 \cdot 2,7$	14,18	1,50	21,26
celkem [kN]	21,70		29,29

Největší ohybový moment (nesymetrické zatížení od příček je zanedbáno):

$$M_{Ed} = (G_d + Q_d) \cdot L/3 + 1/8 \cdot g_d \cdot L^2 = (29,29 + 21,26) \cdot 2,1 + 1/8 \cdot 2,29 \cdot 6,3^2 = 72,86 \text{ kNm}$$

Největší posouvající síla:

$$V_{Ed} = G_d + Q_d + 1/2 \cdot g_d \cdot L = 29,29 + 21,26 + 1/2 \cdot 2,29 \cdot 6,3 = 30,60 \text{ kN}$$

Posouzení mezního stavu použitelnosti

posouzení průřezu na smyk

$$V_{pl, Rd} = A_V \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 1547,5 \frac{355}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 317,18 \text{ kN}$$

$$A_V = 1,04 \cdot h \cdot t_w = 1,04 \cdot 240 \cdot 6,2 = 1547,5 \text{ mm}^2$$

$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,10	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Spolupůsobící šířka desky:

$$b_{eff} = b_{e1} + b_{e2} + b_0 = 1655 \text{ mm}$$

$$b_{e1} = b_{e2} = L/8 = 788 \text{ mm}$$

$$b_0 = 80 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$b_0 \geq 4d = 76 \text{ mm}$$

$$e_d = 20 \text{ mm} \geq 20 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$e_d \leq 9 t_f \cdot \varepsilon = 71,8 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Poloha neutrální osy:
předpokládaná poloha NO v betonové desce:

$$x = \frac{A_a f_y / \gamma_{M0}}{b_{eff} 0,85 f_{ck} / \gamma_c} = \frac{3910 \cdot 355 / 1,0}{1655 \cdot 0,85 \cdot 25 / 1,5} = 59,2 \text{ mm}$$

Únosnost v ohybu:

$$c_a = h_f + h_p + h/2 = 261,4 \text{ mm}$$

$$M_{pl,Rd} = A_a \cdot f_y / \gamma_{M0} \cdot (c_a - x/2) = 3910 \cdot 355 / 1,0 \cdot (261,4 - 59,2/2) = 321,72 \text{ kNm}$$

$M_{Ed} / M_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,23	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Sprážení

trny ve 2 řadách:

$$d = 19,0 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 125,0 \text{ mm} \geq 3d \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$h_{sc} \leq h_p + 75 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$d_h = 32,0 \text{ mm} \geq 1,5d \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$h_h = 8,0 \text{ mm} \geq 0,4d \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$h_{sc} / d = 6,58 \text{ -}$$

$$d / t_f = 1,94 \leq 2,50 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\alpha = 1,00 \text{ -}$$

ocel S t 37-3K

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

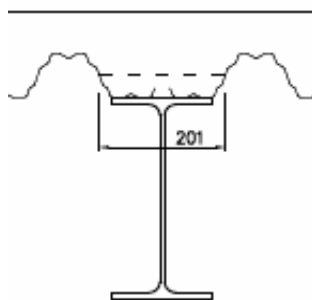
$$f_y = 235 \text{ MPa}$$

$$f_u / f_y = 1,53 \geq 1,20 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\gamma_v = 1,25 \text{ -}$$

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 31000 \text{ MPa}$$



Šířka náběhu b_0

$$P_{Rd} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})/\gamma_v}$$

$$P_{Rd} = 0,29 \cdot 1 \cdot 19^2 \cdot \sqrt{(25 \cdot 31000)/1,25}$$

$$P_{Rd} = 73,73 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = 0,8 \cdot f_u/\gamma_v \cdot (\pi \cdot d^2)/4$$

$$P_{Rd} = 0,8 \cdot 360/1,25 \cdot (\pi \cdot 19^2)/4$$

$$P_{Rd} = 65,33 \text{ kN}$$

$$n_r = 2 -$$

$$b_0 = 201 \text{ mm}$$

$$k_l = 1,27 \leq 1,0$$

$$\min P_{Rd} \cdot k_l = 65,33 \text{ kN}$$

$$F_{cf} = V_l = 1388,05 \text{ kN}$$

$$n_f = V_l / \min P_{Rd} \cdot k_l = 21,2 \text{ ks} \quad \text{celkem: } 56$$

$$(L/2)/(n_f/n_r) = 296 \text{ mm} \quad \text{úplné spřažení}$$

$$4d = 76,0 \text{ mm}$$

$$s_t = 80,0 \text{ mm} \geq 4d \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$5d = 95 \text{ mm}$$

$$s_l = 200 \text{ mm} \geq 5d \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$15 t_f \cdot \varepsilon = 119,6 \text{ mm}$$

Mezní stav použitelnosti

Posoudí se průhyb spřaženého nosníku za předpokladu pružného působení. Účinný modul pružnosti betonu je uvažován s vlivem dotvarování betonu:

$$E'_c = E_{cm}/2 = 15500 \text{ MPa}$$

pracovní součinitel:

$$n = E_a / E_c = 6,77 -$$

poloha neutrální osy:

$$c_a = h_f + h_p + h/2 = 261,4 \text{ mm}$$

$$A_{c2} = 14197,1 \text{ mm}^2$$

$$e_1 = \frac{A_a \cdot c_a + \frac{1}{n} \cdot (A_{c1} \cdot c_{c1} + A_{c2} \cdot c_{c2})}{A_a + \frac{1}{n} \cdot (A_{c1} + A_{c2})}$$

$$e_1 = \frac{6260 \cdot 261,4 + \frac{1}{6,77} \cdot (70 \cdot 1655 \cdot \frac{70}{2} + 14197,1 \cdot (70 + 32,5))}{6260 + \frac{1}{6,77} \cdot (70 \cdot 1655 + 14197,1)}$$

$$e_1 = 78,2 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu:

$$z_a = c_a - e_1 = 183,1 \text{ mm}$$

$$z_{c1} = e_1 - c_{c1} = 43,2 \text{ mm}$$

$$z_{c2} = e_1 - c_{c2} = 40,7 \text{ mm}$$

$$I_i = I_a + A_a \cdot z_a^2 + 1/n \cdot (I_{c1} + A_{c1} \cdot z_{c1}^2 + I_{c2} + A_{c2} \cdot z_{c2}^2)$$

$$I_i = 3892 \cdot 10^4 + 3910 \cdot 183,1^2 + 1/6,77 \cdot (1/12 \cdot 1655 \cdot 70^3 + 1655 \cdot 70 \cdot 43,2^2 + 14197,1 \cdot 40,7)$$

$$I_i = 212497324 \text{ mm}^4$$

Je nutno prověřit, zda se nosník chová pružně:

montážní stav (jen stálé zatížení):

$$M_{Gk} = G_k \cdot L/3 + 1/8 \cdot g_k \cdot L^2 =$$

$$16,60 \cdot 2,1 + 1/8 \cdot 0,31 \cdot 6,3^2 = 36,38 \text{ kNm}$$

provozní stav (jen nahodilé zatížení):

$$M_{Qk} = Q_k \cdot L/3 =$$

$$14,18 \cdot 2,1 = 29,77 \text{ kNm}$$

Normálové napětí v dolních vláknech ocelového nosníku:

$$e_2 = h_f + h_p + h - e_1 = 303,1 \text{ mm}$$

$$\sigma_2 = \frac{36,38 \cdot 10^6}{324333,3} + \frac{29,77 \cdot 10^6}{212497324} \cdot 303,1 = 154,62 \text{ MPa}$$

σ_2 / f_y	$\leq$	1,0
0,44	<	1,0
VYHOVUJE		

Normálové napětí v horních vláknech betonové desky:

$$\sigma_1 = \frac{29,77 \cdot 10^6}{6,77 \cdot 212497324} \cdot 78,2 = 1,62 \text{ MPa}$$

$\sigma_1 / 0,85 \cdot f_{ck}$	$\leq$	1,0
0,08	<	1,0
VYHOVUJE		

Průhyb spřaženého nosníku:

reakce od příbytku stálého zatížení od skladby SK1:

$$G_k = 1,60 \cdot 2,7 = 4,32 \text{ kN}$$

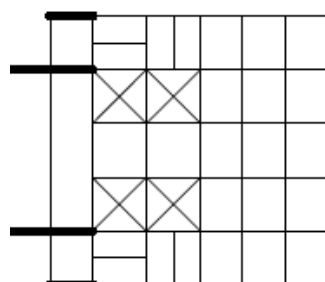
$$\delta = \frac{23}{648} \cdot \frac{(14,18 + 4,32) \cdot 10^3 \cdot 6300^3}{210 \cdot 10^3 \cdot 212497324} = 0,9 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = L/300 = 21 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
21,0	>	0,9
VYHOVUJE		

Celkový průhyb spodní hrany ocelového nosníku je:

$$\delta = 18,8 + 0,9 = 19,7 \text{ mm}$$



Prvky pro posouzení

$$\delta_{\max} = L/250 = 25,2 \text{ mm}$$

$\delta_{\max}$	$\geq$	δ
25,2	$>$	19,7
VYHOVUJE		

C.4.8. Spřažená ocelobetonová Stropnice ST3 – Varianta 1,2

Stropnice IPE 140
montážní stav - působí ocelový nosník

tř. 1

$$b_c = 2700 \text{ mm}$$

$$L = 2100 \text{ mm}$$

$$A_a = 1640,0 \text{ mm}^2$$

$$I_a = 5410000,0 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,y} = 77285,7 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 88300,0 \text{ mm}^3$$

$$t_w = 4,7 \text{ mm}$$

$$t_f = 6,9 \text{ mm}$$

Zatížení

stálé

popis	f_k [kN/m]	γ_F [-]	f_d [kN/m]
vl. tíha	0,13	1,35	0,17
TR 70/200 / $\cdot b_c$	0,30	1,35	0,40
tíha bet. směsi $\gamma_b \cdot (1 \cdot h_f + 5 \cdot A_{z,1}) / \cdot b_c$	7,44	1,35	10,05
stálé celkem	7,87		10,62

nahodilé při betonáži

$$\text{na dl. 3 m (2,7 m) / } \cdot b_c \quad 4,05 \quad 1,50 \quad 6,08$$

Největší ohybový moment:

$$M_{Ed} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2 = 1/8 \cdot (10,62 + 6,08) \cdot 2,1^2 = 9,20 \text{ kNm}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} f_y / \gamma_{M0} = 31,35 \text{ kNm}$$

$M_{Ed} / M_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,29	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Posouzení mezního stavu použitelnosti

(průhyb jen od stálého zatížení)

$$\delta_{max} = L/250 = 2700 / 250 = 8,4 \text{ mm}$$

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{g_k L^4}{E_a I_a}$$

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{7,87 \cdot 2100^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 541 \cdot 10^4} = 1,8 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
8,4	>	1,8
VYHOVUJE		

δ_{max}	$\geq$	δ
20,0	>	1,8
VYHOVUJE		

$\delta \leq 20 \text{ mm} \rightarrow$ není nutno uvažovat zvětšenou tloušťku desky vlivem průhybu.

provozní stav - působí ocelobetonový nosník

$$\gamma_b = 24,0 \text{ kN/m}^3$$

Zatížení

stálé

popis	f_k [kN/m]	γ_F [-]	f_d [kN/m]
vl. tíha	0,13	1,35	0,17
TR 70/200 / $\cdot b_c$	0,30	1,35	0,40
železobetonová deska $\gamma_b \cdot (1 \cdot h_f + 5 \cdot A_{z,1}) \cdot b_c$	6,87	1,35	9,27
skladba SK1 / $\cdot b_c$	1,60	1,35	2,16
stálé celkem	8,89		12,01
užitné			
užitné - kat. B $q_k \cdot b_c = 2,5 \cdot 2,1$	6,75	1,50	10,13
celkem	15,64		22,13

Největší ohybový moment:

$$M_{Ed} = 1/8 \cdot 22,13 \cdot 2,1^2 = 12,20 \text{ kNm}$$

Největší posouvající síla:

$$V_{Ed} = 1/2 \cdot 22,13 \cdot 2,1 = 23,24 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu

Únosnost ve smyku:

$$V_{pl,Rd} = A_V \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 684,3 \frac{355}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 140,26 \text{ kN}$$

$$A_V = 1,04 \cdot h \cdot t_w = 1,04 \cdot 140 \cdot 4,7 = 684,3 \text{ mm}^2$$

$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,17	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Spolupůsobící šířka desky:

$$b_{eff} = b_{e1} + b_{e2} + b_0 = 525 \text{ mm}$$

$$b_{e1} = b_{e2} = L/8 = 263 \text{ mm}$$

$$b_0 = 0 \text{ mm}$$

Poloha neutrální osy:

$$x = \frac{A_a f_y / \gamma_{M0}}{b_{eff} 0,85 f_{ck} / \gamma_c} = \frac{1640 \cdot 355 / 1,0}{525 \cdot 0,85 \cdot 25 / 1,5} = 78,3 \text{ mm}$$

$$x = 78,3 \text{ mm} > h_f = 70 \text{ mm}$$

NO leží v betonovém žeburu

Únosnosti částí průřezu se stanoví následovně:

$$N_a = A_a \cdot f_y / \gamma_{M0} =$$

$$N_a = 1640 \cdot 355 / 1,0 = 582,20 \text{ kN}$$

$$N_c = 0,85 \cdot A_{c1} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$$

$$N_{c1} = 0,85 \cdot (525 \cdot 70) \cdot 25 / 1,50 = 520,63 \text{ kN}$$

$$A_{cc2} = (N_a - N_{c1}) / (0,85 f_{ck} / \gamma_c) = 4346,5 \text{ mm}^2$$

$$N_{c2} = 0,85 \cdot A_{cc2} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$$

$$N_{c2} = 0,85 \cdot 4346,5 \cdot 25 / 1,50 = 61,58 \text{ kN}$$

$$N_a = 582,20 \text{ kN} = N_{c1} + N_{c2} = 582,20 \text{ kN}$$

$$x' = 18 \text{ mm}$$

Únosnost v ohybu:

$$c_{c2} = 9,0 \text{ mm}$$

$$z_{c2} = 70/2 + 9,0 = 44,0 \text{ mm}$$

$$z_a = 70/2 + 71,38 + 200/2 = 176,4 \text{ mm}$$

$$M_{pl,Rd} = N_a \cdot z_a - N_{c2} \cdot z_{c2} =$$

$$582,20 \cdot 10^3 \cdot 176,4 - 61,58 \cdot 10^3 \cdot 44,0 = 99,98 \text{ kNm}$$

$M_{Ed} / M_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,12	$<$	1,0
VYHOVUJE		

	<u>Spražení</u>		
	trny v 1 řadě:		
	$d =$	19,0 mm	
	$h_{sc} =$	125,0 mm $\geq 3d$	VYHOVUJE
		$h_{sc} \leq h_p + 75$	VYHOVUJE
	$d_h =$	32,0 mm $\geq 1,5d$	VYHOVUJE
	$h_h =$	10,0 mm $\geq 0,4d$	VYHOVUJE
	$h_{sc} / d =$	6,58 -	
	$\alpha =$	1,00 -	
	ocel S t 37-3K		
	$f_u =$	360 MPa	
	$f_y =$	235 MPa	
	$f_u / f_y =$	1,53 $\geq 1,20$	VYHOVUJE
	$\gamma_v =$	1,25 -	
	$f_{ck} =$	25 MPa	
	$E_{cm} =$	31000 MPa	
	$P_{Rd} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_v$		
	$P_{Rd} = 0,29 \cdot 1 \cdot 19^2 \cdot \sqrt{(25 \cdot 31000)} / 1,25$		
	$P_{Rd} =$	73,73 kN	
	$P_{Rd} = 0,8 \cdot f_u / \gamma_v \cdot (\pi \cdot d^2) / 4$		
	$P_{Rd} = 0,8 \cdot 360 / 1,25 \cdot (\pi \cdot 19^2) / 4$		
	$P_{Rd} =$	65,33 kN	
	$n_r =$	1 -	
	$b_0 = (65+145)/2 =$	201 mm	
	$k_t =$	1,48 $\leq 1,0$	
	$\min P_{Rd} \cdot k_t =$	65,33 kN	
			otvor v plechu
	$F_{cf} = V_l =$	582,20 kN	
	$n_f = V_l / \min P_{Rd} \cdot k_t =$	8,9 ks	
	$(L/2) / (n_f / n_r) =$	118 mm	
			částečné sprážení
	$5d =$	95,0 mm	
	$s_l =$	120 mm $\geq 5d$	VYHOVUJE
	<u>částečné sprážení</u>		
	podmínka pro dostatečnou deformovatelnost trnů:		
	pro $L_e \leq 25$ $\eta = n/n_f \geq 1 - 355 / f_y (0,75 - 0,03 L_e)$ ale $\eta \geq 0,4$		
	$n_f =$	9 ks	
	$n =$	8 ks	
	$\eta =$	0,89 $> 0,31$	
		$> 0,40$	
			VYHOVUJE
	$N_{c,f} =$	582,20 kN	

$$N_c = \eta \cdot N_{cf} = 517,51 \text{ kN}$$

$$x = N_c / (0,85 f_{cd} \cdot b_{eff}) = 69,6 \text{ mm}$$

$$n_{f,red} = N_c / \min P_{rd} \cdot k_t = 7,9 \text{ ks} \quad \text{na polovinu nosníku}$$

trny budou umístěny v každé vlně, celkem tedy 8 trnů na 1/2 nosníku.

Snížený moment únosnosti:

$$N_a = 582,20 \text{ kN}$$

$$N_+ = N_- = 549,86 \text{ kN}$$

$$c_a = (h_f + h_p + h/2 - x/2) = 176,6 \text{ mm}$$

$$N_{a1} = -N_c + N_+ = 32,34 \text{ kN}$$

$$A_{a1} = 91,1 \text{ mm}^2$$

$$x' = A_{a1}/b = 328,0 / 73 = 1,2 \text{ mm}$$

$$c_{a1} = (h_f + h_p + x'/2 - x/2) = 107,2 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = N_a c_a - 2 N_{a1} \cdot c_{a1} = 95,87 \text{ kNm}$$

M_{Ed} / M_{Rd}	$\leq$	1,0
0,13	<	1,0
VYHOVUJE		

Mezní stav použitelnosti

Posoudí se průhyb spřaženého nosníku za předpokladu pružného působení. Účinný modul pružnosti betonu je uvažován s vlivem dotvarování betonu:

$$E'_c = E_{cm}/2 = 15500 \text{ MPa}$$

pracovní součinitel:

$$n = E_a / E_c = 6,77$$

poloha neutrální osy:

$$c_a = h_f + h_p + h/2 = 211,4 \text{ mm}$$

$$A_{c2} = 14197,1 \text{ mm}^2$$

$$e_1 = \frac{A_a \cdot c_a + \frac{1}{n} \cdot (A_{c1} \cdot c_{c1} + A_{c2} \cdot c_{c2})}{A_a + \frac{1}{n} \cdot (A_{c1} + A_{c2})}$$

$$e_1 = \frac{1640 \cdot 211,4 + \frac{1}{6,77} \cdot (70 \cdot 525 \cdot \frac{70}{2} + 14197,1 \cdot (70 + 32,5))}{1640 + \frac{1}{6,77} \cdot (70 \cdot 525 + 14197,1)}$$

$$e_1 = 82,0 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu:

$$z_a = c_a - e = 129,4 \text{ mm}$$

$$z_{c1} = e - h_f/2 = 47,0 \text{ mm}$$

$$z_{c2} = e_1 - c_{c2} = 20,5 \text{ mm}$$

$$I_i = I_a + A_a \cdot z_a^2 + 1/n \cdot (I_{c1} + A_{c1} \cdot z_{c1}^2 + I_{c2} + A_{c2} \cdot z_{c2}^2)$$

$$I_i = 5410000 + 1640 \cdot 129,4^2 + 1/6,77 \cdot (1/12 \cdot 525 \cdot 70^3 + 525 \cdot 70 \cdot 47,0^2 + 20,7 \cdot 10^6 + 14197,1 \cdot 20,5^2)$$

$$I_i = 51002520,4 \text{ mm}^4$$

Průhyb částečně spřaženého nosníku:

$$f_k = 15,64 \text{ kN/m}$$

$$\delta_i = \frac{5}{384} \cdot \frac{f_k \cdot L^4}{E_a I_i} = \frac{5}{384} \cdot \frac{15,64 \cdot 2100^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 51002520,4} = 0,4 \text{ mm}$$

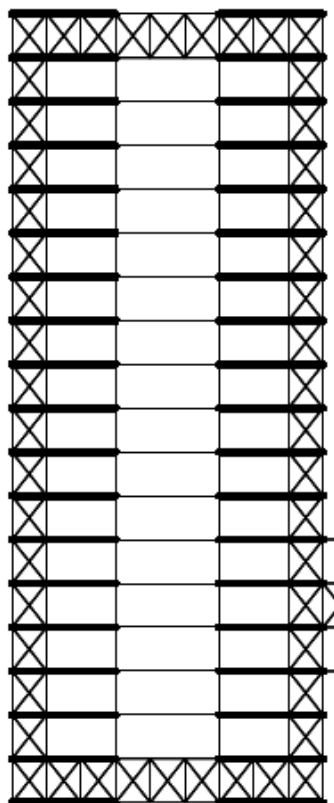
$$\delta_a = \frac{5}{384} \cdot \frac{f_k \cdot L^4}{E_a I_a} = \frac{5}{384} \cdot \frac{15,64 \cdot 2100^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 541 \cdot 10^4} = 3,5 \text{ mm}$$

$$\delta = \delta_i [1 + 0,3(1 - \eta) \left(\frac{\delta_a}{\delta_i} - 1 \right)] = 0,5 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = L/250 = 8,4 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
8,4	>	0,5
VYHOVUJE		

Střešní konstrukce, zóna 1



Prvky pro posouzení

C.4.9. Krok 1 – Varianta 1,2

Zatřídění průřezu: IPE 240

stojina

$$c = 230,2 \text{ mm}$$

$$t = 6,2 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 0,81 -$$

$$c/t \leq 72 \varepsilon$$

$$37,1 < 58,6$$

třída 1

pásnice

$$c = 41,9 \text{ mm}$$

$$t = 9,8 \text{ mm}$$

$$c/t \leq 9 \varepsilon$$

$$4,3 < 7,3$$

třída 1

výsledná třída: 1

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ ohyb:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS10 + 0,90 ZS11

KLOPENÍ

$L =$	6303 mm	$I_t =$	130000 mm ⁴
$k_y =$	1,0 -	$I_y =$	38920000 mm ⁴
$k_z =$	1,0 -	$I_z =$	2840000 mm ⁴
$k_w =$	1,0 -	$I_w =$	38000000000 mm ⁶
$C_1 =$	1,13 -	$W_{pl,y} =$	367000 mm ³
$C_2 =$	0,46 -	$W_{pl,z} =$	73900 mm ³
$C_3 =$	0,53 -	$G =$	81000 MPa
$z_a =$	120,0 mm	$E =$	210000 MPa
$z_s =$	0,0 mm	$f_y =$	355 MPa
$z_g =$	120,0 mm	$\kappa_{wt} =$	0,43 -
$z_j =$	0,0 mm	$\zeta_g =$	0,45 -
$\psi_f =$	0	$\zeta_j =$	0,00 -

$$\begin{aligned}
 h_f &= 230,2 \text{ mm} \\
 I_{fc} &= 1411200 \text{ mm}^4 \\
 I_{ft} &= 1411200 \text{ mm}^4 \\
 \mu_{cr} &= 1,020 \text{ -} \\
 M_{cr} &= 40282416 \text{ Nmm} \quad \beta = 1,00 \text{ -} \\
 \lambda_{LT} &= 1,798 \text{ -} \quad \alpha_{LT} = 0,21 \text{ -} \\
 \Phi_{LT} &= 2,285 \text{ -} \quad \lambda_{LT,0} = 0,20 \text{ -} \\
 \chi_{LT} &= 0,271 \text{ -} \quad \gamma_{M1} = 1,00 \text{ -}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{y,Rk} &= 130285000 \text{ Nmm} & M_{y,Ed} &= 28580000 \text{ Nmm} \\
 M_{z,Rk} &= 26234500 \text{ Nmm} & M_{z,Ed} &= 0 \text{ Nmm} \\
 M_{b,Rd} &= 35264298 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

1,0	$\geq$	$M_{Ed} / M_{b,Rd}$
1,0	$>$	0,81
VYHOVUJE		

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ smyk:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS10 + 0,90 ZS11
SMYK

$$\begin{aligned}
 V_{Ed} &= 20,69 \text{ kN} \\
 A_v &= 1,04 h \cdot t_w = 1547,5 \text{ mm}^2 \\
 V_{pl,Rd} &= \frac{A_v \cdot f_v}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 317,17 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

1,0	$\geq$	$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$
1,0	$>$	0,06
VYHOVUJE		

Rozhodující kombinace pro MSP:
1,00 ZS1 + 1,00 ZS2 + 1,00 ZS10 + 0,60 ZS15
 $\delta = 9,7 \text{ mm}$
 $\delta_{max} = L/250 = 6303/250 = 25,2 \text{ mm}$

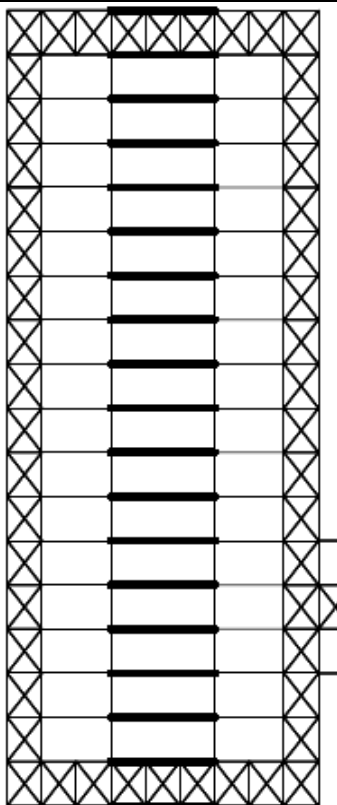
δ_{max}	$\geq$	δ
25,2	$>$	9,7
VYHOVUJE		

C.4.10. Krok 2 – Varianta 1,2

IPE 240, dvojice krokvi opačného sklonu 3%, uprostřed rámově spojené patní deskou
Posouzeny jako jeden celek

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ ohyb:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS10 + 0,90 ZS11
KLOPENÍ

$$\begin{aligned}
 L &= 6303 \text{ mm} & I_t &= 130000 \text{ mm}^4 \\
 k_y &= 1,0 \text{ -} & I_y &= 38920000 \text{ mm}^4 \\
 k_z &= 1,0 \text{ -} & I_z &= 2840000 \text{ mm}^4 \\
 k_w &= 1,0 \text{ -} & I_w &= 38000000000 \text{ mm}^6
 \end{aligned}$$



Prvky pro posouzení

$C_1 =$	1,13	-	$W_{pl,y} =$	367000	mm^3
$C_2 =$	0,46	-	$W_{pl,z} =$	73900	mm^3
$C_3 =$	0,53	-	$G =$	81000	MPa
$z_a =$	120,0	mm	$E =$	210000	MPa
$z_s =$	0,0	mm	$f_y =$	355	MPa
$z_g =$	120,0	mm	$\kappa_{wt} =$	0,43	-
$z_j =$	0,0	mm	$\zeta_g =$	0,45	-
$\psi_f =$	0		$\zeta_j =$	0,00	-
$h_f =$	230,2	mm			
$I_{fc} =$	1411200	mm^4			
$I_{ft} =$	1411200	mm^4			
$\mu_{cr} =$	1,020	-			
$M_{cr} =$	40282416	Nmm	$\beta =$	1,00	-
$\lambda_{LT} =$	1,798	-	$\alpha_{LT} =$	0,21	-
$\Phi_{LT} =$	2,285	-	$\lambda_{LT,0} =$	0,20	-
$\chi_{LT} =$	0,271	-	$\gamma_{M1} =$	1,00	-
$M_{y,Rk} =$	130285000	Nmm	$M_{y,Ed} =$	24620000	Nmm
$M_{z,Rk} =$	26234500	Nmm	$M_{z,Ed} =$	0	Nmm
$M_{b,Rd} =$	35264298	Nmm			

1,0	$\geq$	$M_{Ed} / M_{b,Rd}$
1,0	$>$	0,70
VYHOVUJE		

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ smyk:

1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS10 + 0,90 ZS11

SMYK

$$V_{Ed} = 15,65 \text{ kN}$$

$$A_V = 1,04 h \cdot t_w = 1547,5 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 317,17 \text{ kN}$$

1,0	$\geq$	$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$
1,0	$>$	0,05
VYHOVUJE		

Rozhodující kombinace pro MSP:

1,00 ZS1 + 1,00 ZS2 + 1,00 ZS10 + 0,60 ZS11

$\delta = 8,1 \text{ mm}$

$\delta_{max} = L/250 = 6303/250 = 25,2 \text{ mm}$

δ_{max}	$\geq$	δ
25,2	$>$	8,1
VYHOVUJE		

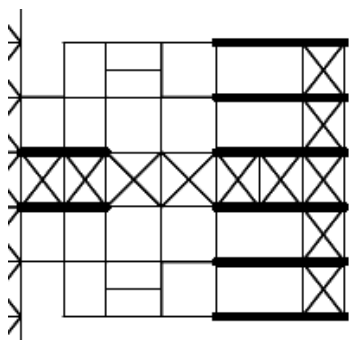
C.4.11. Krok 3 – Varianta 1,2

IPE 240

Navržená délky 6300, 4200 mm

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ ohyb:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS10 + 0,90 ZS11

KLOPENÍ



Prvky pro posouzení

$L=$	6303 mm	$I_t=$	130000 mm ⁴
$k_y=$	1,0 -	$I_y=$	38920000 mm ⁴
$k_z=$	1,0 -	$I_z=$	2840000 mm ⁴
$k_w=$	1,0 -	$I_w=$	38000000000 mm ⁶
$C_1=$	1,13 -	$W_{pl,y}=$	367000 mm ³
$C_2=$	0,46 -	$W_{pl,z}=$	73900 mm ³
$C_3=$	0,53 -	$G=$	81000 MPa
$z_a=$	120,0 mm	$E=$	210000 MPa
$z_s=$	0,0 mm	$f_y=$	355 MPa
$z_g=$	120,0 mm	$\kappa_{wt}=$	0,43 -
$z_j=$	0,0 mm	$\zeta_g=$	0,45 -
$\psi_f=$	0	$\zeta_j=$	0,00 -
$h_f=$	230,2 mm		
$I_{fc}=$	1411200 mm ⁴		
$I_{ft}=$	1411200 mm ⁴		
$\mu_{cr}=$	1,020 -		
$M_{cr}=$	40282416 Nmm	$\beta=$	1,00 -
$\lambda_{LT}=$	1,798 -	$\alpha_{LT}=$	0,21 -
$\Phi_{LT}=$	2,285 -	$\lambda_{LT,0}=$	0,20 -
$\chi_{LT}=$	0,271 -	$\gamma_{M1}=$	1,00 -
$M_{y,Rk}=$	130285000 Nmm	$M_{y,Ed}=$	29130000 Nmm
$M_{z,Rk}=$	26234500 Nmm	$M_{z,Ed}=$	0 Nmm
$M_{b,Rd}=$	35264298 Nmm		

1,0	$\geq$	$M_{Ed} / M_{b,Rd}$
1,0	$>$	0,83
VYHOVUJE		

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ smyk:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS10 + 0,90 ZS11

SMYK

$V_{Ed}=$	19,54 kN
$A_V = 1,04 h \cdot t_w =$	1547,5 mm ²
$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$	317,17 kN

1,0	$\geq$	$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$
1,0	$>$	0,06
VYHOVUJE		

Rozhodující kombinace pro MSP:
1,00 ZS1 + 1,00 ZS2 + 1,00 ZS10 + 0,60 ZS11

$\delta = 10,3$ mm
 $\delta_{max} = L/250 = 6303/250 = 25,2$ mm

δ_{max}	$\geq$	δ
25,2	$>$	10,3
VYHOVUJE		

C.4.12. Krokev 4 – Varianta 1,2

Navržena délky 2700, 2100 mm

Zatřídění průřezu: IPE 180

stojina		pásnice	
$c =$	146,0 mm	$c =$	33,9 mm
$t =$	5,3 mm	$t =$	8,0 mm
$\varepsilon =$	0,81 -		
$c/t \leq$	72 ε	$c/t \leq$	9 ε
27,5	$<$ 58,6	4,2	$<$ 7,3
třída 1		třída 1	

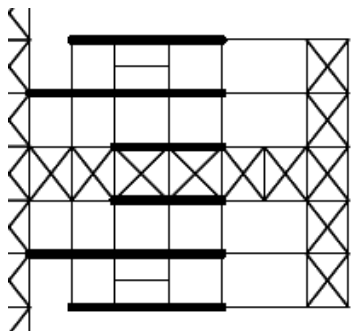
výsledná třída: 1

Předimenzováno z důvodu splnění šířky podpory 91 mm pro střešní panely.

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ ohyb:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS10 + 0,90 ZS11

KLOPENÍ

$L =$	2700 mm	$I_t =$	47300 mm ⁴
$k_y =$	1,0 -	$I_y =$	13170000 mm ⁴
$k_z =$	1,0 -	$I_z =$	1010000 mm ⁴
$k_w =$	1,0 -	$I_w =$	7000000000 mm ⁶
$C_1 =$	1,13 -	$W_{pl,y} =$	166000 mm ³
$C_2 =$	0,46 -	$W_{pl,z} =$	34600 mm ³
$C_3 =$	0,53 -	$G =$	81000 MPa
$z_a =$	90,0 mm	$E =$	210000 MPa
$z_s =$	0,0 mm	$f_y =$	355 MPa
$z_g =$	90,0 mm	$\kappa_{wt} =$	0,72 -
$z_f =$	0,0 mm	$\zeta_g =$	0,78 -
$\psi_f =$	0	$\zeta_j =$	0,00 -
$h_f =$	172 mm		
$I_{fc} =$	502380 mm ⁴		
$I_{ft} =$	502380 mm ⁴		
$\mu_{cr} =$	1,046 -		
$M_{cr} =$	34680774 Nmm	$\beta =$	1,00 -
$\lambda_{LT} =$	1,304 -	$\alpha_{LT} =$	0,21 -
$\Phi_{LT} =$	1,465 -	$\lambda_{LT,0} =$	0,20 -
$\chi_{LT} =$	0,468 -	$\gamma_{M1} =$	1,00 -
$M_{y,Rk} =$	58930000 Nmm	$M_{y,Ed} =$	6270000 Nmm
$M_{z,Rk} =$	12283000 Nmm	$M_{z,Ed} =$	0 Nmm



Prvky pro posouzení

$$M_{b,Rd} = 27600402 \text{ Nmm}$$

1,0	$\geq$	$M_{Ed} / M_{b,Rd}$
1,0	$>$	0,227
VYHOVUJE		

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ smyk:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS10 + 0,90 ZS15

SMYK

$$V_{Ed} = 9,70 \text{ kN}$$

$$A_V = 1,04 h \cdot t_w = 992,2 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot f_v}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 203,35 \text{ kN}$$

1,0	$\geq$	$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$
1,0	$>$	0,05
VYHOVUJE		

Rozhodující kombinace pro MSP:
1,00 ZS1 + 1,00 ZS2 + 1,00 ZS10 + 0,60 ZS11

$$\delta = 0,6 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = L/250 = 2703/250 = 10,8 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
10,8	$>$	0,6
VYHOVUJE		

C.4.13. Vaznice 1 – Varianta 1,2

Zatřídění průřezu: IPE 240

stojina

$$c = 230,2 \text{ mm}$$

$$t = 6,2 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 0,81$$

pásnice

$$c = 41,9 \text{ mm}$$

$$t = 9,8 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t} \leq 72 \varepsilon$$

$$37,1 < 58,6$$

třída 1

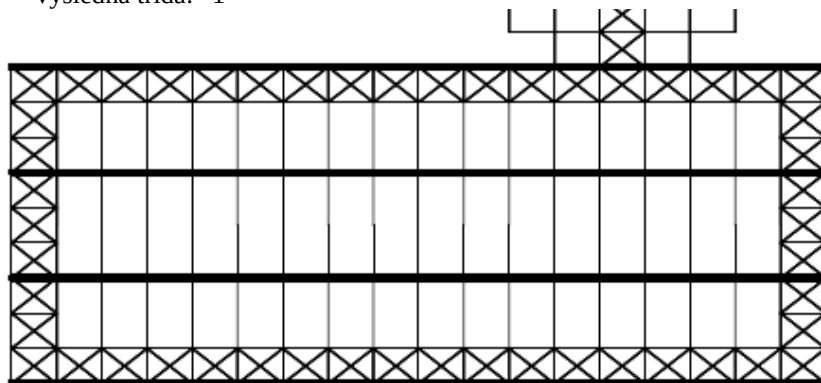
výsledná třída: 1

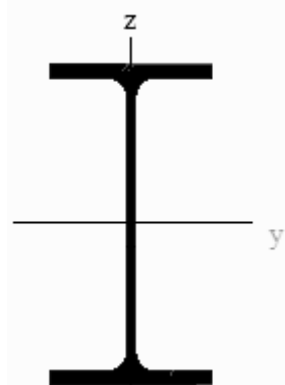
$$\frac{c}{t} \leq 9 \varepsilon$$

$$4,3 < 7,3$$

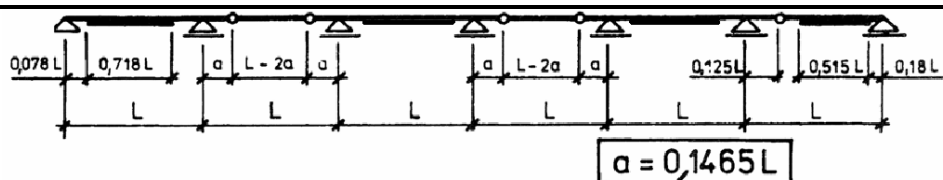
třída 1

Základní průřez:





IPE 240



$$L = 8100 \text{ mm}$$

$$a = 0,1465 L = 0,1465 \cdot 8100 = 1186,7 \rightarrow \text{zvoleno } 1300 \text{ mm}$$

$$L - 2a = 8100 - 2 \cdot 1300 = 5500 \text{ mm}$$

$$0,078 L = 0,078 \cdot 8100 = 631,8 \rightarrow \text{zvoleno } 700 \text{ mm}$$

$$0,718 L = 0,718 \cdot 8100 = 5815,8 \rightarrow \text{zvoleno } 6000 \text{ mm}$$

$$0,125 L = 0,125 \cdot 8100 = 1012,5 \rightarrow \text{zvoleno } 1100 \text{ mm}$$

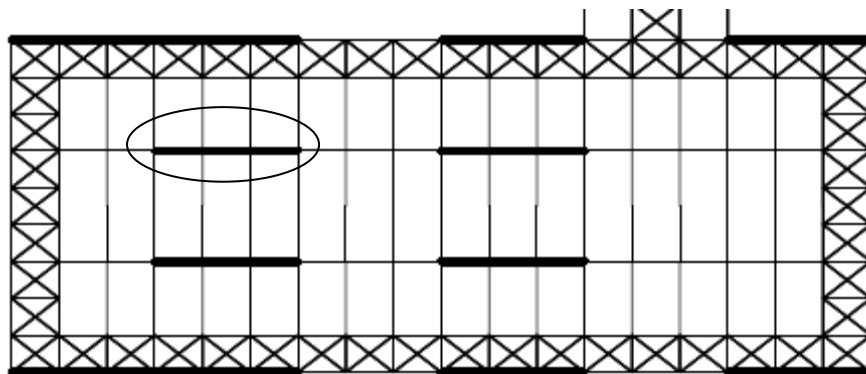
$$0,515 L = 0,515 \cdot 8100 = 4171,5 \rightarrow \text{zvoleno } 4200 \text{ mm}$$

$$0,180 L = 0,180 \cdot 8100 = 1458,0 \rightarrow \text{zvoleno } 1500 \text{ mm}$$

Délky vyztužených úseků jsou ve 3. a 5. poli centricky 6700 mm, vyztužení se ve všech případech provede přídatným pásem různé tloušťky na spodní pásnici.

Vyztužení se neprovede u krajních vaznic v koncových úsecích z důvodu menšího ohybového namáhání vlivem ztužidel.

Úsek 1



Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ ohyb + tlak:

$$1,35 \text{ ZS1} + 1,35 \text{ ZS2} + 1,50 \text{ ZS10} + 0,90 \text{ ZS11}$$

TLAK - VZPĚR CELISTVÝCH PRUTŮ

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$E = 210000 \text{ MPa}$$

$$G = 81000 \text{ MPa}$$

$$N_{Ed} = 4,20 \text{ kN}$$

$$A = 3910 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 38920000 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 2840000 \text{ mm}^4$$

$$I_p = 41760000 \text{ mm}^4$$

$$I_0 = 41760000 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 38000000000 \text{ mm}^6$$

$$I_t = 130000 \text{ mm}^4$$

$$i_y = 99,8 \text{ mm}$$

$$i_z = 27,0 \text{ mm}$$

$$i_p = 103,3 \text{ mm}$$

$$i_0 = 103,3 \text{ mm}$$

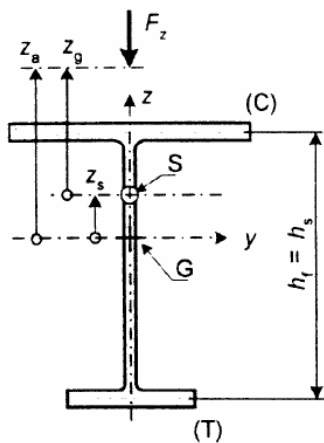
$$a_y = 0,0 \text{ mm}$$

$$a_z = 0,0 \text{ mm}$$

$$a = 0,0 \text{ mm}$$

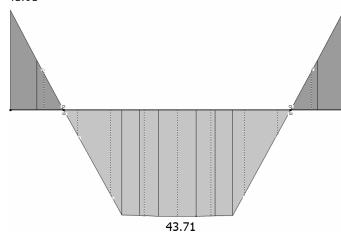
$$L = 5500,0 \text{ mm}$$

N_{Ed} 4.20 </
--



-obecný popis

M_{Ed}
41.01



$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,ED}}{\chi_{LT} \cdot \gamma_{M1}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,ED}}{\gamma_{M1}}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0 \quad (6.61)$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,ED}}{\chi_{LT} \cdot \gamma_{M1}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,ED}}{\gamma_{M1}}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0 \quad (6.62)$$

$$\begin{aligned} C_{my} &= 0,900 & \mu_y &= 1,000 \\ C_{mz} &= 0,000 & \mu_z &= 0,997 \\ C_{mLT} &= 0,900 \end{aligned}$$

Tabulka B.2

	(6.61)	(6.62)
$k_{yy} = 0,902$	...	...
$k_{yz} = 0,000$	$\leq 1,0$	$\leq 1,0$
$k_{zy} = 0,999$	$0,67 < 1,0$	$0,75 < 1,0$
$k_{zz} = 0,000$	VYHOVUJE	VYHOVUJE

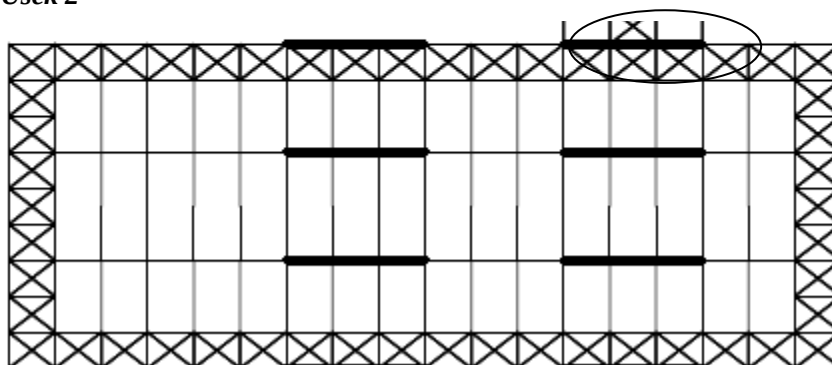
$$\begin{aligned} n_y &= 0,004 & \Delta M_{y,Ed} &= 0,00 \text{ Nmm} \\ n_z &= 0,007 & \Delta M_{z,Ed} &= 0,00 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ smyk:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS10 + 0,90 ZS11
SMYK

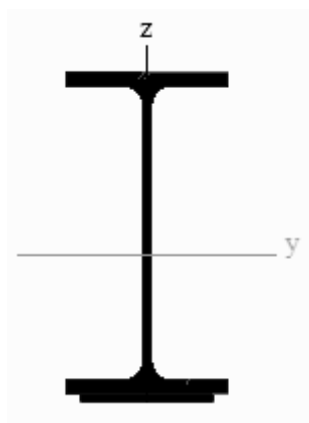
$$\begin{aligned} V_{Ed} &= 32,03 \text{ kN} \\ A_V &= 1,04 h \cdot t_w = 1547,5 \text{ mm}^2 \\ V_{pl,Rd} &= \frac{A_V \cdot f_v}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 317,17 \text{ kN} \end{aligned}$$

1,0	$\geq$	$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$
1,0	$>$	0,10
VYHOVUJE		

Úsek 2



V_{Ed}



IPE 240 + P 100x6

 N_{Ed} 

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ ohyb + tlak:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS10 + 0,90 ZS15

TLAK - VZPĚR CELISTVÝCH PRUTŮ

$f_y =$	355 MPa	
$E =$	210000 MPa	$N_{Ed} = 23,57 \text{ kN}$
$G =$	81000 MPa	

$A =$	4515 mm ²	
$I_y =$	46829000 mm ⁴	$i_y = 101,8 \text{ mm}$
$I_z =$	3336700 mm ⁴	$i_z = 27,2 \text{ mm}$
$I_p =$	50165700 mm ⁴	$i_p = 105,4 \text{ mm}$
$I_0 =$	50206335 mm ⁴	$i_0 = 105,5 \text{ mm}$
$I_w =$	44883000000 mm ⁶	$a_y = 0,0 \text{ mm}$
$I_t =$	268810 mm ⁴	$a_z = 3,0 \text{ mm}$
		$a = 3,0 \text{ mm}$

$L =$	8100,0 mm	
$l_{cr,y} =$	8100,0 mm	$\beta_y = 1,0 -$
$l_{cr,z} =$	2700,0 mm	$\beta_z = 0,3 -$
$l_{cr,T} =$	8100,0 mm	$\beta_T = 1,0 -$
$\lambda_y =$	79,535 -	$\gamma_{MI} = 1,00 -$
$\lambda_z =$	99,318 -	$\alpha = 0,34 -$
$\lambda_T =$	66,985 -	

$N_{cr,y} =$	1479325,99 N	$N_{cr} = 948,04 \text{ kN}$
$N_{cr,z} =$	948674,79 N	
$N_{cr,T} =$	2085582,44 N	$N_{Rd} = 1602,825 \text{ kN}$
$N_{cr,TF} =$	948035,32 N	$N_{b,Rd} = 684,01 \text{ kN}$

$\chi =$	0,427 -
$\Phi =$	1,532 -
$\lambda =$	1,300 -

				α
$\chi_y =$	0,637	$\lambda_y = 1,041$	$\Phi_y = 1,13$	0,21
$\chi_z =$	0,427	$\lambda_z = 1,300$	$\Phi_z = 1,53$	0,34

KLOPENÍ

$L =$	8100 mm	$I_t =$	268810 mm ⁴
$k_y =$	0,5 -	$I_y =$	46829000 mm ⁴
$k_z =$	0,5 -	$I_z =$	3336700 mm ⁴
$k_w =$	1,0 -	$I_w =$	44883000000 mm ⁶
$C_1 =$	0,96 -	$W_{pl,y} =$	426010 mm ³
$C_2 =$	0,76 -	$W_{pl,z} =$	88955 mm ³
$C_3 =$	-0,41 -	$G =$	81000 MPa

$$\begin{aligned}
 z_a &= 136,0 \text{ mm} & E &= 210000 \text{ MPa} \\
 z_s &= -3,0 \text{ mm} & f_y &= 355 \text{ MPa} \\
 z_g &= 139,0 \text{ mm} & \kappa_{wt} &= 0,26 - \\
 z_j &= -15,6 \text{ mm} & \zeta_g &= 0,61 - \\
 \psi_f &= -0,15 & \zeta_j &= -0,07 - \\
 h_f &= 230,2 \text{ mm} \\
 I_{fc} &= 1411200 \text{ mm}^4 \\
 I_{ft} &= 1911200 \text{ mm}^4 \\
 \mu_{cr} &= 1,313 - \\
 M_{cr} &= 62907192 \text{ Nmm} & \beta &= 1,00 - \\
 \lambda_{LT} &= 1,551 - & \alpha_{LT} &= 0,21 - \\
 \Phi_{LT} &= 1,844 - & \lambda_{LT,0} &= 0,20 - \\
 \chi_{LT} &= 0,352 - & \gamma_{M1} &= 1,00 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{y,Rk} &= 151233550 \text{ Nmm} & M_{y,Ed} &= 50560000 \text{ Nmm} \\
 M_{z,Rk} &= 31579025 \text{ Nmm} & M_{z,Ed} &= 0 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$M_{b,Rd} = 53219870 \text{ Nmm}$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0 \quad (6.61)$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0 \quad (6.62)$$

$$\begin{aligned}
 C_{my} &= 0,850 & \mu_y &= 0,994 \\
 C_{mz} &= 0,000 & \mu_z &= 0,986 \\
 C_{mLT} &= 0,850
 \end{aligned}$$

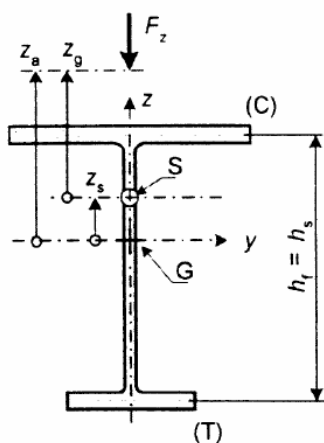
Tabulka B.2			
$k_{yy} =$	0,866	(6.61)	(6.62)
$k_{yz} =$	0,000	... $\leq$ 1,0	... $\leq$ 1,0
$k_{zy} =$	0,994	0,85 $<$ 1,0	0,98 $<$ 1,0
$k_{zz} =$	0,000	VYHOVUJE	VYHOVUJE

$$\begin{aligned}
 n_y &= 0,023 & \Delta M_{y,Ed} &= 0,00 \text{ Nmm} \\
 n_z &= 0,034 & \Delta M_{z,Ed} &= 0,00 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

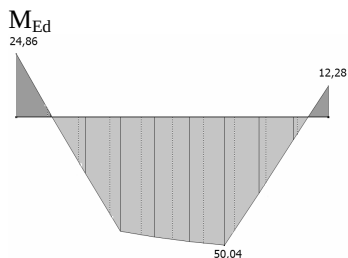
Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ smyk:
 1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS10 + 0,90 ZS11
 SMYK

$$\begin{aligned}
 V_{Ed} &= 32,38 \text{ kN} \\
 A_V &= 1,04 h \cdot t_w = 1547,5 \text{ mm}^2 \\
 V_{pl,Rd} &= \frac{A_V \cdot f_v}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 317,17 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

1,0	$\geq$	$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$
1,0	$>$	0,10



-obecný popis



VYHOVUJE

Návrh svarů – zjednodušený posudek:

$$S_y = 107 \cdot b \cdot t = 107 \cdot 100 \cdot 6 = 64200 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 46829000 \text{ mm}^4$$

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,90$$

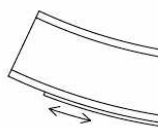
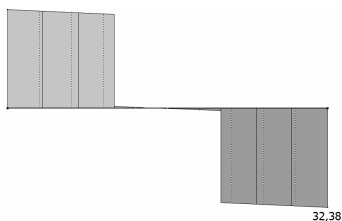
$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\tau_{||} = \frac{V_{Ed} \cdot S_y}{I_y \cdot 2a} \leq \frac{f_u}{\sqrt{3} \beta_w \gamma_{M2}}$$

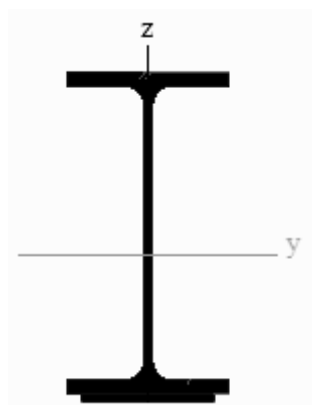
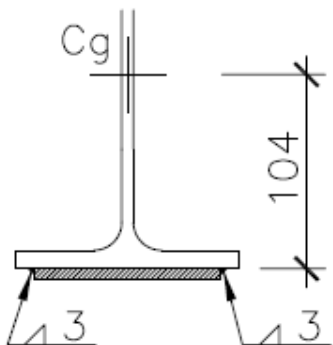
$$a = 0,08 \text{ mm}$$

$$a_{min} = 3 \text{ mm}$$

V_{Ed}

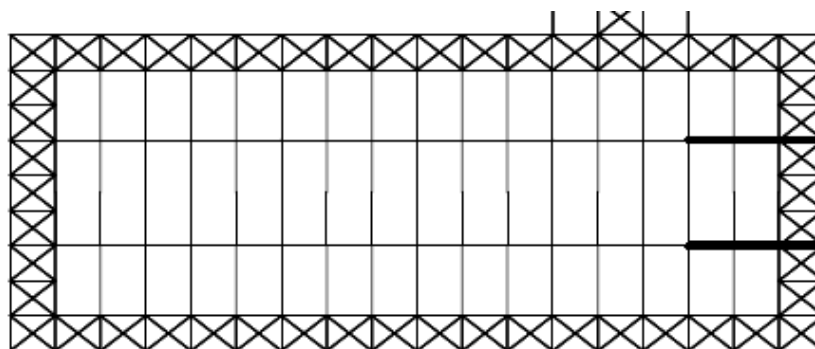


IPE 240 + P 100x6



IPE 240 + P 100x8

Úsek 3

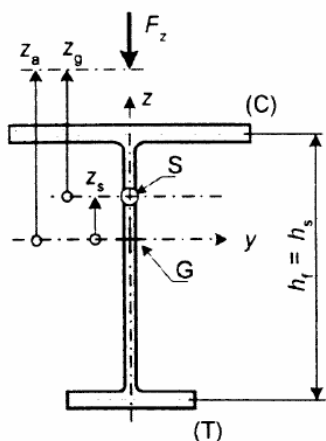


Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ ohyb:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS10 + 0,90 ZS11

KLOPENÍ

$L =$	7000 mm	$I_t =$	347250 mm ⁴
$k_y =$	1,0 -	$I_y =$	49174000 mm ⁴
$k_z =$	0,5 -	$I_z =$	3503300 mm ⁴
$k_w =$	1,0 -	$I_w =$	46940000000 mm ⁶
$C_1 =$	1,09 -	$W_{pl,y} =$	439610 mm ³
$C_2 =$	0,45 -	$W_{pl,z} =$	93955 mm ³
$C_3 =$	0,34 -	$G =$	81000 MPa
$z_a =$	145,0 mm	$E =$	210000 MPa
$z_s =$	-3,0 mm	$f_y =$	355 MPa
$z_g =$	148,0 mm	$\kappa_{wt} =$	0,27 -
$z_j =$	-19,8 mm	$\zeta_g =$	0,68 -
$\psi_f =$	-0,19	$\zeta_j =$	-0,09 -
$h_f =$	230,2 mm		
$I_{fc} =$	1411200 mm ⁴		
$I_{ft} =$	2077867 mm ⁴		
$\mu_{cr} =$	1,638 -		
$M_{cr} =$	105759630 Nmm	$\beta =$	1,00 -
$\lambda_{LT} =$	1,215 -	$\alpha_{LT} =$	0,21 -
$\Phi_{LT} =$	1,344 -	$\lambda_{LT,0} =$	0,20 -
$\chi_{LT} =$	0,521 -	$\gamma_{M1} =$	1,00 -

$M_{y,Rk} =$	156061550 Nmm	$M_{y,Ed} =$	76570000 Nmm
$M_{z,Rk} =$	33354025 Nmm	$M_{z,Ed} =$	0 Nmm



-obecný popis

$$M_{b,Rd} = 81270170 \text{ Nmm}$$

1,0	$\geq$	$M_{Ed} / M_{b,Rd}$
1,0	$>$	0,94
VYHOVUJE		

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ smyk:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS10 + 0,90 ZS11

SMYK

$$V_{Ed} = 38,45 \text{ kN}$$

$$A_V = 1,04 h \cdot t_w = 1547,5 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 317,17 \text{ kN}$$

1,0	$\geq$	$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$
1,0	$>$	0,12
VYHOVUJE		

Návrh svarů - zjednodušený posudek:

$$S_y = 103 b \cdot t = 103 \cdot 100 \cdot 8 = 82400 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 49174000 \text{ mm}^4$$

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,90$$

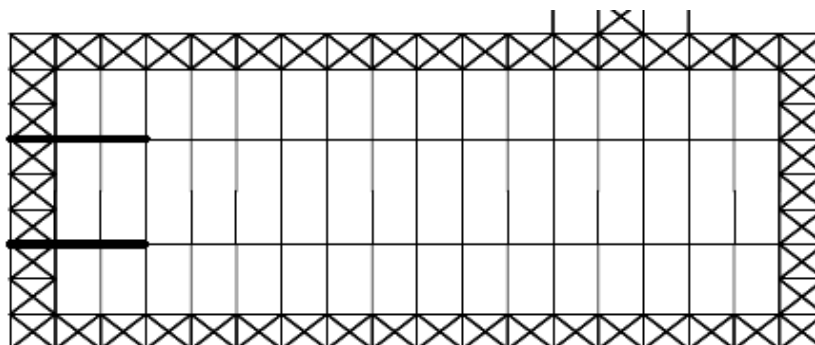
$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\tau_{||} = \frac{V_{Ed} \cdot S_y}{I_y \cdot 2a} \leq \frac{f_u}{\sqrt{3} \beta_w \gamma_{M2}}$$

$$a = 0,12 \text{ mm}$$

$$a_{min} = 3 \text{ mm}$$

Úsek 4



Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ ohyb:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS10 + 0,90 ZS11

KLOPENÍ

$$L = 8100 \text{ mm}$$

$$k_y = 0,5$$

$$k_z = 0,5$$

$$k_w = 1,0$$

$$C_1 = 0,96$$

$$C_2 = 0,76$$

$$C_3 = -0,41$$

$$I_t = 445440 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 51410000 \text{ mm}^4$$

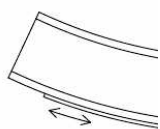
$$I_z = 3670000 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 48873000000 \text{ mm}^6$$

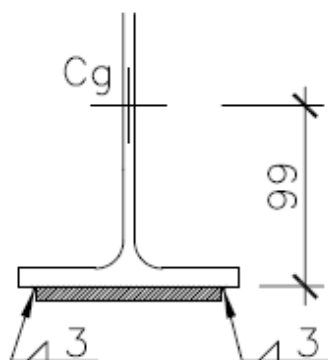
$$W_{pl,y} = 449980 \text{ mm}^3$$

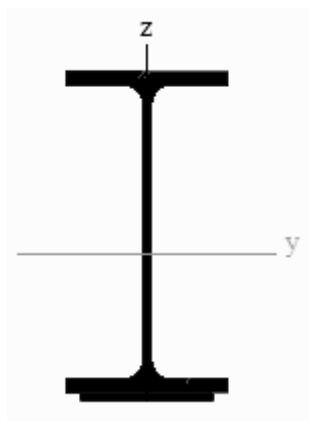
$$W_{pl,z} = 98955 \text{ mm}^3$$

$$G = 81000 \text{ MPa}$$

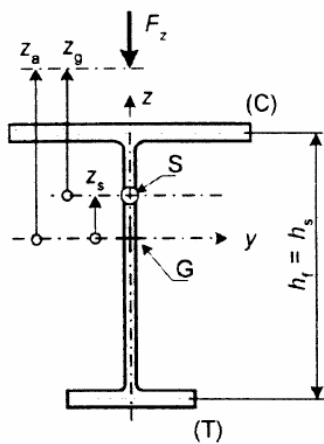


IPE 240 + P 100x8

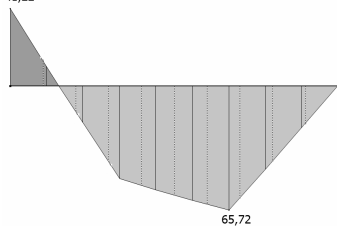




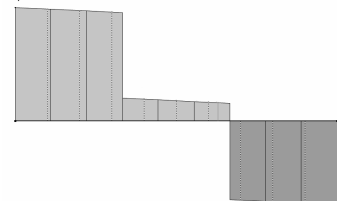
IPE 240 + P 100x10



M_{Ed}
41,22



V_{Ed}
34,18



$z_a =$	145,0 mm	$E =$	210000 MPa
$z_s =$	-4,0 mm	$f_y =$	355 MPa
$z_g =$	149,0 mm	$\kappa_{wt} =$	0,21 -
$z_j =$	-23,6 mm	$\xi_g =$	0,53 -
$\psi_f =$	-0,23	$\xi_j =$	-0,08 -
$h_f =$	230,2 mm		
$I_{fc} =$	1411200 mm ⁴		
$I_{ft} =$	2244533 mm ⁴		
$\mu_{cr} =$	1,373 -		
$M_{cr} =$	88824891 Nmm	$\beta =$	1,00 -
$\lambda_{LT} =$	1,341 -	$\alpha_{LT} =$	0,21 -
$\Phi_{LT} =$	1,519 -	$\lambda_{LT,0} =$	0,20 -
$\chi_{LT} =$	0,448 -	$\gamma_{M1} =$	1,00 -

$M_{y,Rk} =$	159742900 Nmm	$M_{y,Ed} =$	65720000 Nmm
$M_{z,Rk} =$	35129025 Nmm	$M_{z,Ed} =$	0 Nmm

$$M_{b,Rd} = 71555048 \text{ Nmm}$$

1,0	$\geq$	$M_{Ed} / M_{b,Rd}$
1,0	$>$	0,92
VYHOVUJE		

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ smyk:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS10 + 0,90 ZS11

SMYK

$$V_{Ed} = 34,18 \text{ kN}$$

$$A_V = 1,04 h \cdot t_w = 1547,5 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 317,17 \text{ kN}$$

1,0	$\geq$	$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$
1,0	$>$	0,11
VYHOVUJE		

Návrh svarů - zjednodušený posudek:

$$S_y = 100 b \cdot t = 100 \cdot 100 \cdot 10 = 100000 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 51410000 \text{ mm}^4$$

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,90 -$$

$$\gamma_{M2} = 1,25 -$$

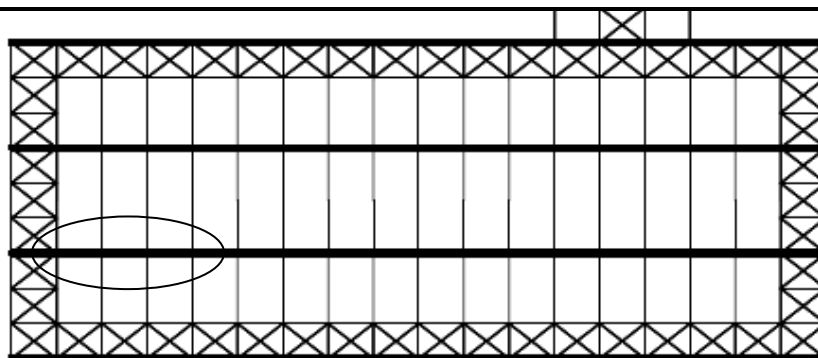
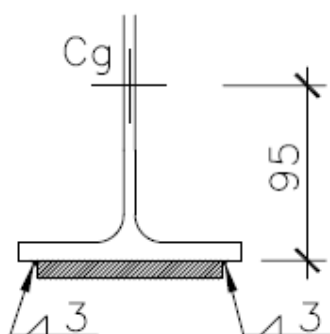
$$\tau_{||} = \frac{V_{Ed} \cdot S_y}{I_y \cdot 2a} \leq \frac{f_u}{\sqrt{3} \beta_w \gamma_{M2}}$$

$$a = 0,13 \text{ mm}$$

$$a_{min} = 3 \text{ mm}$$

Rozhodující kombinace pro MSP:
1,00 ZS1 + 1,00 ZS2 + 1,00 ZS10 + 0,60 ZS15

IPE 240 + P 100x10



$$\delta = 15,8 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = L/200 = 8100/200 = 40,5 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
40,5	>	15,8
VYHOVUJE		

C.4.14. Paždíky střešní konstrukce – Varianta 1,2

Zatřídění průřezu:

UPE 180

stojina

pásnice

$$c = 135,0 \text{ mm}$$

$$c = 57,5 \text{ mm}$$

$$t = 5,5 \text{ mm}$$

$$t = 10,5 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 0,81 -$$

$$\frac{c}{t} \leq 72 \varepsilon$$

$$24,5 < 58,6$$

třída 1

$$\frac{c}{t} \leq 9 \varepsilon$$

$$5,5 < 7,3$$

třída 1

výsledná třída: 1

Namáhání pro MSÚ dvouosý ohyb + tlak je při dl. 2700 mm zanedbatelné:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS11

Vodorovný průhyb:

Rozhodující kombinace pro MSP:

1,00 ZS1 + 1,00 ZS2 + 1,00 ZS15

$$\delta = 0,2 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = L/300 = 2700/300 = 9,0 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
9,0	>	0,2
VYHOVUJE		

Svislý průhyb:

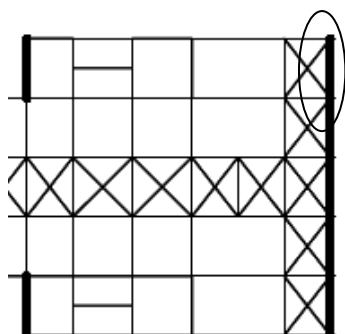
Rozhodující kombinace pro MSP:

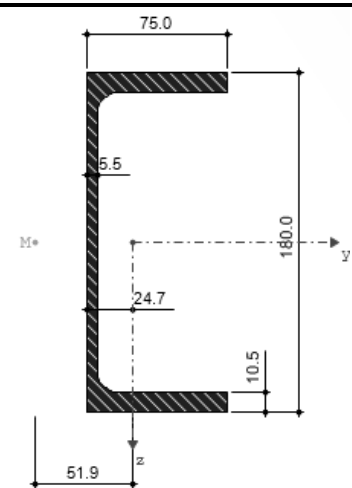
1,00 ZS1 + 1,00 ZS2

$$\delta = 9,7 \text{ mm}$$

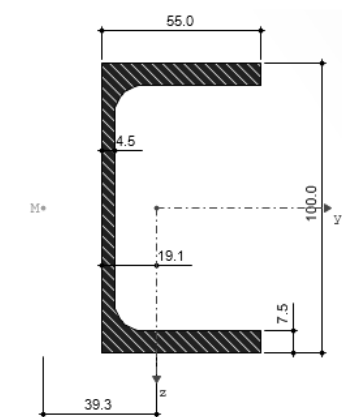
$$\delta_{max} = L/250 = 2700/250 = 10,8 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
10,8	>	9,7
VYHOVUJE		



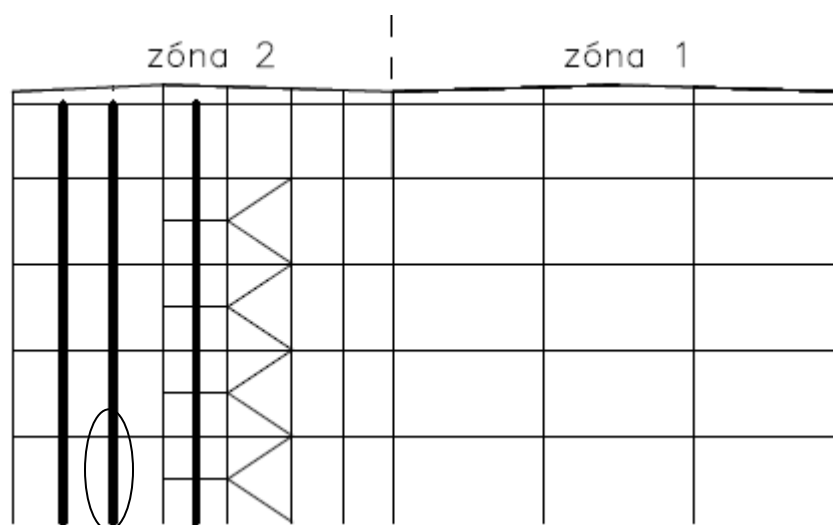


osa z je vodorovná osa



UPE 100

C.4.15. Sloupky S3 – Varianta 1,2



Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ ohyb + tlak:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS15

TLAK - VZPĚR CELISTVÝCH PRUTŮ

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$E = 210000 \text{ MPa}$$

$$G = 81000 \text{ MPa}$$

$$N_{Ed} = 3,95 \text{ kN}$$

$$A = 1250 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 2070000 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 382000 \text{ mm}^4$$

$$I_p = 2452000 \text{ mm}^4$$

$$I_0 = 4382612,5 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 569000000 \text{ mm}^6$$

$$I_t = 20100 \text{ mm}^4$$

$$i_y = 40,7 \text{ mm}$$

$$i_z = 17,5 \text{ mm}$$

$$i_p = 44,3 \text{ mm}$$

$$i_0 = 59,2 \text{ mm}$$

$$a_y = 39,3 \text{ mm}$$

$$a_z = 0,0 \text{ mm}$$

$$a = 39,3 \text{ mm}$$

$$L = 3600,0 \text{ mm}$$

$$l_{cr,y} = 3600,0 \text{ mm}$$

$$l_{cr,z} = 3600,0 \text{ mm}$$

$$l_{cr,T} = 3600,0 \text{ mm}$$

$$\beta_y = 1,0$$

$$\beta_z = 1,0$$

$$\beta_T = 1,0$$

$$\lambda_y = 88,465$$

$$\lambda_z = 205,933$$

$$\lambda_T = 72,690$$

$$\gamma_{M1} = 1,00$$

$$\alpha = 0,49$$

$$N_{cr,y} = 331042,98 \text{ N}$$

$$N_{cr,z} = 61091,02 \text{ N}$$

$$N_{cr,T} = 490317,37 \text{ N}$$

$$N_{cr,TF} = 61091,02 \text{ N}$$

$$N_{cr} = 61,09 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 443,75 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 51,32 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}\chi &= 0,116 \quad - \\ \Phi &= 4,743 \quad - \\ \lambda &= 2,695 \quad -\end{aligned}$$

$$\begin{array}{cccccc} & & & & & \alpha \\ \chi_y &= & 0,454 & \lambda_y &= & 1,158 & \Phi_y &= & 1,40 & 0,49 \\ \chi_z &= & 0,116 & \lambda_z &= & 2,695 & \Phi_z &= & 4,74 & 0,49\end{array}$$

KLOPENÍ

$$\begin{array}{llll} L &= & 3600 \text{ mm} & I_t &= & 20100 \text{ mm}^4 \\ k_y &= & 1,0 \quad - & I_y &= & 2070000 \text{ mm}^4 \\ k_z &= & 1,0 \quad - & I_z &= & 382000 \text{ mm}^4 \\ k_w &= & 1,0 \quad - & I_w &= & 569000000 \text{ mm}^6 \\ C_1 &= & 1,13 \quad - & W_{pl,y} &= & 48082 \text{ mm}^3 \\ C_2 &= & 0,46 \quad - & W_{pl,z} &= & 18886 \text{ mm}^3 \\ C_3 &= & 0,53 \quad - & G &= & 81000 \text{ MPa} \\ z_a &= & -50,0 \text{ mm} & E &= & 210000 \text{ MPa} \\ z_s &= & 0,0 \text{ mm} & f_y &= & 355 \text{ MPa} \\ z_g &= & -50,0 \text{ mm} & \kappa_{wt} &= & 0,24 \quad - \\ z_j &= & 0,0 \text{ mm} & \zeta_g &= & -0,31 \quad - \\ \psi_f &= & 0 & \zeta_j &= & 0,00 \quad - \\ h_f &= & 92,5 \text{ mm} & & & \\ I_{fc} &= & 103984 \text{ mm}^4 & & & \\ I_{ft} &= & 103984 \text{ mm}^4 & & & \\ \mu_{cr} &= & 1,331 \quad - & & & \\ M_{cr} &= & 13276330 \text{ Nmm} & \beta &= & 1,00 \quad - \\ \lambda_{LT} &= & 1,134 \quad - & \alpha_{LT} &= & 0,76 \quad - \\ \Phi_{LT} &= & 1,498 \quad - & \lambda_{LT,0} &= & 0,20 \quad - \\ \chi_{LT} &= & 0,404 \quad - & \gamma_{M1} &= & 1,00 \quad -\end{array}$$

$$\begin{array}{llll} M_{y,Rk} &= & 17069110 \text{ Nmm} & M_{y,Ed} &= & 3560000 \text{ Nmm} \\ M_{z,Rk} &= & 6704530 \text{ Nmm} & M_{z,Ed} &= & 0 \text{ Nmm}\end{array}$$

$$M_{b,Rd} = 6893224 \text{ Nmm}$$

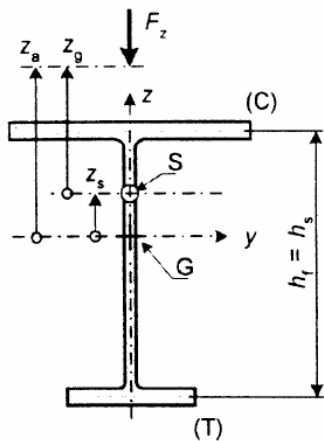
$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,ED}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,ED}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0 \quad (6.61)$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,ED}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,ED}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0 \quad (6.62)$$

$$\begin{array}{llll} C_{my} &= & 0,950 & \mu_y &= & 0,993 \\ C_{mz} &= & 0,000 & \mu_z &= & 0,942 \\ C_{mLT} &= & 0,950 & & & \end{array}$$

Tabulka B.2

$k_{yy} = 0,965$	(6.61)	(6.62)
$k_{yz} = 0,000$	... ≤ 1,0	... ≤ 1,0



- obecný popis

$k_{zy} =$	0,989	0,52	<	1,0	0,59	<	1,0
$k_{zz} =$	0,000	VYHOVUJE			VYHOVUJE		

$$n_y = 0,020 \quad \Delta M_{y,Ed} = 0,00 \text{ Nmm}$$

$$n_z = 0,077 \quad \Delta M_{z,Ed} = 0,00 \text{ Nmm}$$

Vodorovný průhyb:

Rozhodující kombinace pro MSP:

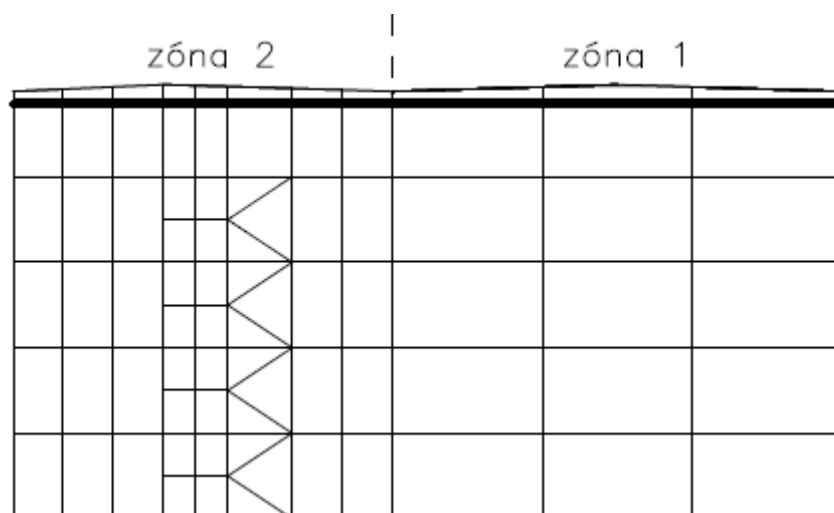
1,00 ZS1 + 1,00 ZS2 + 1,00 ZS15

$\delta = 7,4 \text{ mm}$

$\delta_{max} = L/300 = 3600/300 = 12,0 \text{ mm}$

δ_{max}	$\geq$	δ
12,0	$>$	7,4
VYHOVUJE		

C.4.16. Paždíky v 5.NP – Varianta 1,2



Po celém obvodu konstrukce v 5.NP

Zatřídění průřezu: UPE 200

stojina

$$c = 152,0 \text{ mm}$$

$$t = 6,0 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 0,81 -$$

$$c/t \leq 72 \varepsilon$$

$$25,3 < 58,6$$

třída 1

výsledná třída: 1

pásnice

$$c = 61,0 \text{ mm}$$

$$t = 11,0 \text{ mm}$$

$$c/t \leq 9 \varepsilon$$

$$5,5 < 7,3$$

třída 1

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ ohyb + tlak:

1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS12

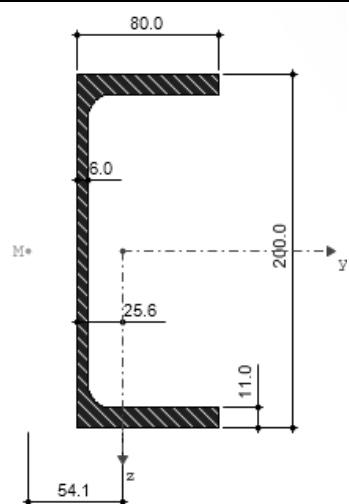
TLAK - VZPĚR CELISTVÝCH PRUTŮ

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$E = 210000 \text{ MPa}$$

$$G = 81000 \text{ MPa}$$

$$N_{Ed} = 5,14 \text{ kN}$$

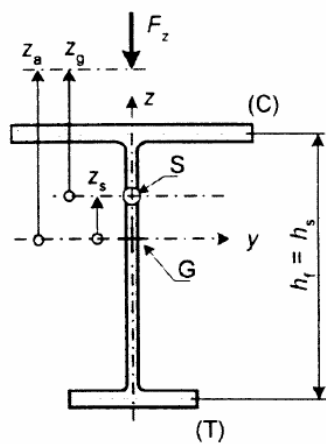


osa z je vodorovná osa

$A =$	2900	mm^2			
$I_y =$	19090000	mm^4	$i_y =$	81,1	mm
$I_z =$	1873000	mm^4	$i_z =$	25,4	mm
$I_p =$	20963000	mm^4	$i_p =$	85,0	mm
$I_0 =$	29450749	mm^4	$i_0 =$	100,8	mm
$I_w =$	11000000000	mm^6	$a_y =$	54,1	mm
$I_t =$	88900	mm^4	$a_z =$	0,0	mm
			$a =$	54,1	mm
$L =$	8100,0	mm			
$l_{cr,y} =$	8100,0	mm	$\beta_y =$	1,0	-
$l_{cr,z} =$	8100,0	mm	$\beta_z =$	1,0	-
$l_{cr,T} =$	8100,0	mm	$\beta_T =$	1,0	-
$\lambda_y =$	99,835	-	$\gamma_{M1} =$	1,00	-
$\lambda_z =$	318,724	-	$\alpha =$	0,49	-
$\lambda_T =$	89,925	-			
$N_{cr,y} =$	603052,23	N	$N_{cr} =$	59,17	kN
$N_{cr,z} =$	59167,99	N			
$N_{cr,T} =$	743286,00	N	$N_{Rd} =$	1029,5	kN
$N_{cr,TF} =$	59167,99	N	$N_{b,Rd} =$	52,93	kN
$\chi =$	0,051	-			
$\Phi =$	10,173	-			
$\lambda =$	4,171	-			
					α
$\chi_y =$	0,386	$\lambda_y =$	1,307	$\Phi_y =$	1,62
$\chi_z =$	0,051	$\lambda_z =$	4,171	$\Phi_z =$	10,17
					0,49

KLOPENÍ

$L =$	8100	mm	$I_t =$	88900	mm^4
$k_y =$	1,0	-	$I_y =$	19090000	mm^4
$k_z =$	1,0	-	$I_z =$	1873000	mm^4
$k_w =$	1,0	-	$I_w =$	11000000000	mm^6
$C_1 =$	1,13	-	$W_{pl,y} =$	220346	mm^3
$C_2 =$	0,46	-	$W_{pl,z} =$	62210	mm^3
$C_3 =$	0,53	-	$G =$	81000	MPa
$z_a =$	-100,0	mm	$E =$	210000	MPa
$z_s =$	0,0	mm	$f_y =$	355	MPa
$z_g =$	-100,0	mm	$\kappa_{wt} =$	0,22	-
$z_j =$	0,0	mm	$\zeta_g =$	-0,29	-
$\psi_f =$	0		$\zeta_j =$	0,00	-
$h_f =$	189	mm			
$I_{fc} =$	469333	mm^4			
$I_{ft} =$	469333	mm^4			
$\mu_{cr} =$	1,315	-			



- obecný popis

$$\begin{aligned}
 M_{cr} &= 27153590 \text{ Nmm} & \beta &= 1,00 - \\
 \lambda_{LT} &= 1,697 - & \alpha_{LT} &= 0,76 - \\
 \Phi_{LT} &= 2,509 - & \lambda_{LT,0} &= 0,20 - \\
 \chi_{LT} &= 0,229 - & \gamma_{M1} &= 1,00 - \\
 M_{y,Rk} &= 78222830 \text{ Nmm} & M_{y,Ed} &= 13910000 \text{ Nmm} \\
 M_{z,Rk} &= 22084550 \text{ Nmm} & M_{z,Ed} &= 430000 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$M_{b,Rd} = 17950903 \text{ Nmm}$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,ED}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,ED}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0 \quad (6.61)$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,ED}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,ED}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0 \quad (6.62)$$

$$\begin{aligned}
 C_{my} &= 0,950 & \mu_y &= 0,995 \\
 C_{mz} &= 0,950 & \mu_z &= 0,917 \\
 C_{mLT} &= 0,950
 \end{aligned}$$

Tabulka B.2		
$k_{yy} = 0,960$	(6.61)	(6.62)
$k_{yz} = 0,647$	... $\leq 1,0$	... $\leq 1,0$
$k_{zy} = 0,986$	0,77 $< 1,0$	0,88 $< 1,0$
$k_{zz} = 1,079$	VYHOVUJE	VYHOVUJE

$$\begin{aligned}
 n_y &= 0,013 & \Delta M_{y,Ed} &= 0,00 \text{ Nmm} \\
 n_z &= 0,097 & \Delta M_{z,Ed} &= 0,00 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Rozhodující kombinace pro MSP:
 1,00 ZS1 + 1,00 ZS2 + 1,00 ZS12
 Svislý průhyb:
 $\delta = 12,9 \text{ mm}$
 $\delta_{max} = L/250 = 8100/250 = 32,4 \text{ mm}$

δ_{max}	$\geq$	δ
32,4	$>$	12,9
VYHOVUJE		

vodorovný průhyb:
 $\delta = 16,5 \text{ mm}$
 $\delta_{max} = L/300 = 8100/300 = 27,0 \text{ mm}$

δ_{max}	$\geq$	δ
27,0	$>$	16,5
VYHOVUJE		

C.4.17. Ztužidlo Z1 v rovině střechy – Varianta 1,2

Zatřídění průřezu: L 65x65x9

tlačený průřez

$h = 65,0 \text{ mm}$
 $b = 65,0 \text{ mm}$
 $t = 9,0 \text{ mm}$
 $\varepsilon = 0,81 -$

přečnívající části pásnic

$c = 47,0 \text{ mm}$
 $t = 9,0 \text{ mm}$
 $r = 9,0 \text{ mm}$

$\frac{h}{t} \leq 15 \varepsilon$
 $7,2 < 12,2$

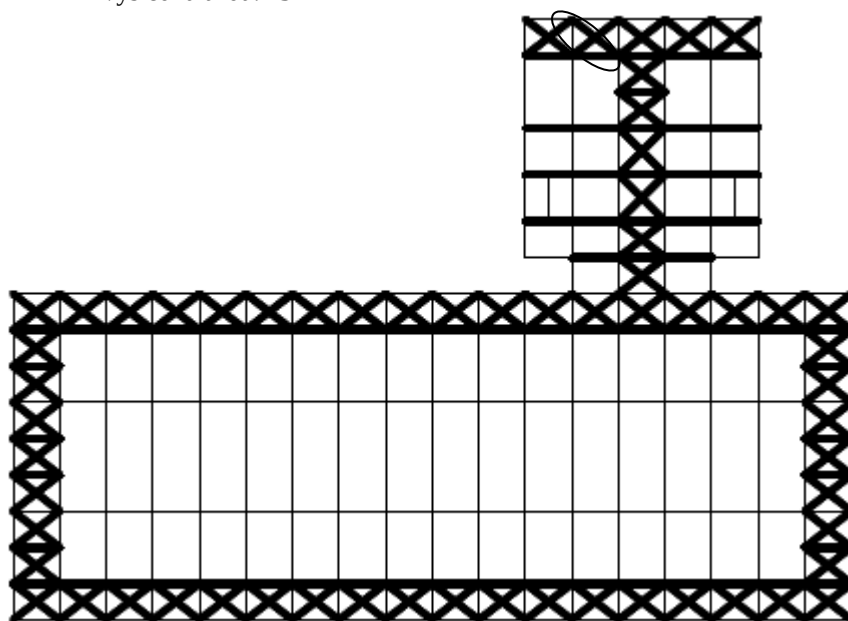
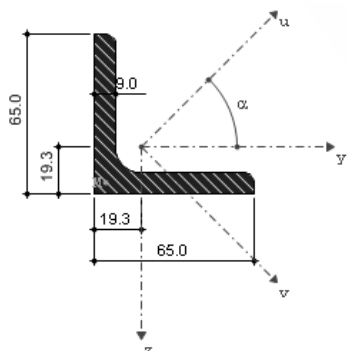
$\frac{c}{t} \leq 9 \varepsilon$
 $5,2 < 7,3$

třída 1

$\frac{(b+h)/2t}{7,2} \leq 11,5 \varepsilon$
 $< 9,4$

třída 3

výsledná třída: 3



Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ tlak:
1,50 ZS18

TLAK - VZPĚR CELISTVÝCH PRUTŮ

$f_y = 355 \text{ MPa}$
 $E = 210000 \text{ MPa}$
 $G = 81000 \text{ MPa}$

$N_{Ed} = 32,36 \text{ kN}$

$A = 1100 \text{ mm}^2$
 $I_y = 172200 \text{ mm}^4$
 $I_z = 655200 \text{ mm}^4$
 $I_p = 827400 \text{ mm}^4$
 $I_0 = 1309288 \text{ mm}^4$
 $I_w = 0 \text{ mm}^6$
 $I_t = 28025 \text{ mm}^4$

$i_y = 12,5 \text{ mm}$
 $i_z = 24,4 \text{ mm}$
 $i_p = 27,4 \text{ mm}$
 $i_0 = 34,5 \text{ mm}$
 $a_y = 14,8 \text{ mm}$
 $a_z = 14,8 \text{ mm}$
 $a = 20,9 \text{ mm}$

$L = 3422,0 \text{ mm}$
 $0,9 L = 3080,0 \text{ mm}$
 $l_{cr,y} = 3080,0 \text{ mm}$

$\beta_y = 1,0 -$

$$\begin{aligned}
 l_{cr,z} &= 3080,0 \text{ mm} & \beta_z &= 1,0 \text{ -} \\
 l_{cr,T} &= 3080,0 \text{ mm} & \beta_T &= 1,0 \text{ -} \\
 \lambda_y &= 246,167 \text{ -} & \gamma_{M1} &= 1,00 \text{ -} \\
 \lambda_z &= 126,200 \text{ -} & \alpha &= 0,34 \text{ -} \\
 \lambda_T &= 34,575 \text{ -}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{cr,y} &= 37622,77 \text{ N} & N_{cr} &= 37,48 \text{ kN} \\
 N_{cr,z} &= 143150,05 \text{ N} \\
 N_{cr,T} &= 1907164,43 \text{ N} & N_{Rd} &= 390,5 \text{ kN} \\
 N_{cr,TF} &= 37484,47 \text{ N} & N_{b,Rd} &= 33,83 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \chi &= 0,087 \text{ -} \\
 \Phi &= 6,224 \text{ -} \\
 \lambda &= 3,228 \text{ -}
 \end{aligned}$$

1,0	≥	$N_{Ed} / N_{b,Rd}$
1,0	>	0,96
VYHOVUJE		

C.4.18. Větrové ztužidlo Z2 v zóně 2, směr X – Varianta 1,2

Zatřídění průřezu: UPE 180

stojina		pásnice	
$c =$	135,0 mm	$c =$	57,5 mm
$t =$	5,5 mm	$t =$	10,5 mm
$\varepsilon =$	0,81 -		

$c/t \leq 72 \varepsilon$	$c/t \leq 9 \varepsilon$
24,5 < 58,6	5,5 < 7,3
třída 1	třída 1

výsledná třída: 1

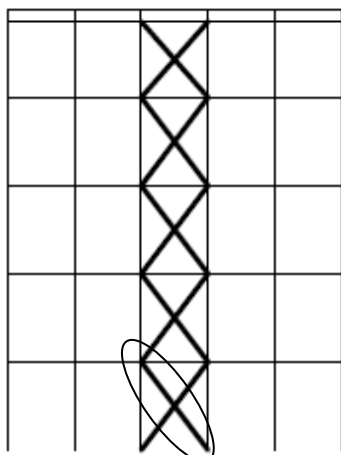
Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ tlak:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS14 + 1,05 ZS3 + 0,75 ZS10

TLAK - VZPĚR CELISTVÝCH PRUTŮ

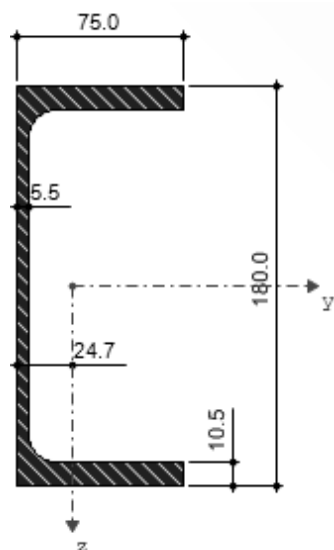
$$\begin{aligned}
 f_y &= 355 \text{ MPa} \\
 E &= 210000 \text{ MPa} \\
 G &= 81000 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$N_{Ed} = 130,48 \text{ kN}$$

$A =$	2510 mm ²		
$I_y =$	13530000 mm ⁴	$i_y =$	73,4 mm
$I_z =$	1437000 mm ⁴	$i_z =$	23,9 mm
$I_p =$	14967000 mm ⁴	$i_p =$	77,2 mm
$I_0 =$	21727961,1 mm ⁴	$i_0 =$	93,0 mm
$I_w =$	6810000000 mm ⁶	$a_y =$	51,9 mm
$I_t =$	69900 mm ⁴	$a_z =$	0,0 mm
		$a =$	51,9 mm
$L =$	4500,0 mm		
0,9 L =	4050,0 mm		
$l_{cr,y} =$	4050,0 mm	$\beta_y =$	1,0 -



Zóna 2, pohled proti směru osy Y



UPE 180

Zóna 2, pohled ve směru osy Y

$l_{cr,z} =$	4050,0 mm	$\beta_z =$	1,0 -
$l_{cr,T} =$	4050,0 mm	$\beta_T =$	1,0 -
$\lambda_y =$	55,162 -	$\gamma_{M1} =$	1,00 -
$\lambda_z =$	169,264 -	$\alpha =$	0,49 -
$\lambda_T =$	83,093 -		
$N_{cr,y} =$	1709648,35 N	$N_{cr} =$	181,58 kN
$N_{cr,z} =$	181579,06 N		
$N_{cr,T} =$	753464,62 N	$N_{Rd} =$	891,05 kN
$N_{cr,TF} =$	181579,06 N	$N_{b,Rd} =$	146,34 kN
$\chi =$	0,164 -	1,0	$\geq N_{Ed} / N_{b,Rd}$
$\Phi =$	3,447 -	1,0	$> 0,89$
$\lambda =$	2,215 -	VYHOVUJE	

C.4.19. Větrové ztužidlo Z3 v zóně 2, směr X – Varianta 1,2

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ tah:
1,50 ZS13

TAH

$f_y =$	355 MPa	$N_{Ed} =$	13,76 kN
$A =$	314 mm ²	$N_{Rd} =$	111,47 kN
$\gamma_{M0} =$	1,00 -		

POSOUZENÍ

1	$\geq$	N_{Ed} / N_{Rd}
1	$>$	0,12

VYHOVUJE

C.4.20. Větrové ztužidlo Z4 v zóně 2, směr Y – Varianta 1

Zatřídění průřezu: RO 101,6 x 5,0

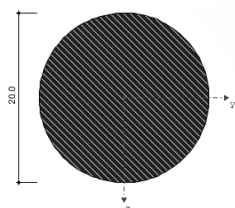
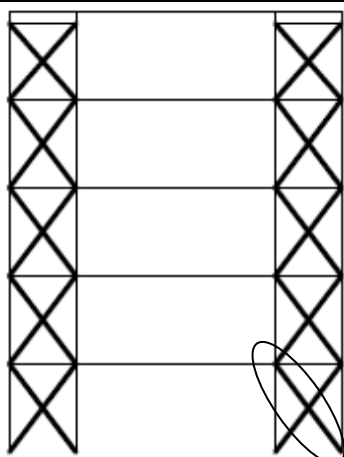
$d/t \leq$	50 ϵ^2
20,32	$< 33,10$
třída 1	

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ tlak:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS17 + 1,05 ZS3 + 0,75 ZS10

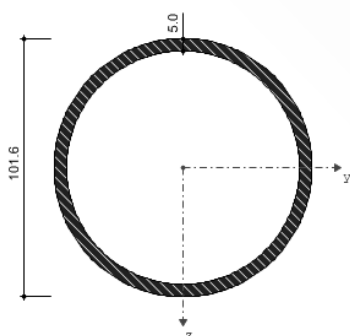
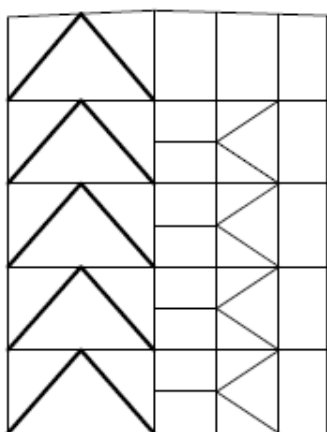
TLAK - VZPĚR CELISTVÝCH PRUTŮ

$f_y =$	355 MPa	$N_{Ed} =$	139,60 kN
$E =$	210000 MPa		
$G =$	81000 MPa		

$A =$	1520 mm ²		
$I_y =$	1770000 mm ⁴	$i_y =$	34,1 mm



Zóna 2, pohled ve směru osy X



$I_z =$	1770000 mm^4	$i_z =$	34,1 mm
$I_p =$	3540000 mm^4	$i_p =$	48,3 mm
$I_0 =$	3540000 mm^4	$i_0 =$	48,3 mm
$I_w =$	0 mm^6	$a_y =$	0,0 mm
$I_t =$	3550000 mm^4	$a_z =$	0,0 mm
		$a =$	0,0 mm
$L =$	4783,6 mm		
$0,9 L =$	4305,0 mm		
$l_{cr,y} =$	4305,0 mm	$\beta_y =$	1,0 -
$l_{cr,z} =$	4305,0 mm	$\beta_z =$	1,0 -
$l_{cr,T} =$	4305,0 mm	$\beta_T =$	1,0 -
$\lambda_y =$	126,156 -	$\gamma_{M1} =$	1,00 -
$\lambda_z =$	126,156 -	$\alpha =$	0,21 -
$\lambda_T =$	5,051 -		

$N_{cr,y} =$	197945,66 N	$N_{cr} =$	197,95 kN
$N_{cr,z} =$	197945,66 N		
$N_{cr,T} =$	123467796,61 N	$N_{Rd} =$	539,6 kN
$N_{cr,TF} =$	197945,66 N	$N_{b,Rd} =$	170,16 kN

$\chi =$	0,315 -
$\Phi =$	2,015 -
$\lambda =$	1,651 -

1,0	$\geq$	$N_{Ed} / N_{b,Rd}$
1,0	$>$	0,82
VYHOVUJE		

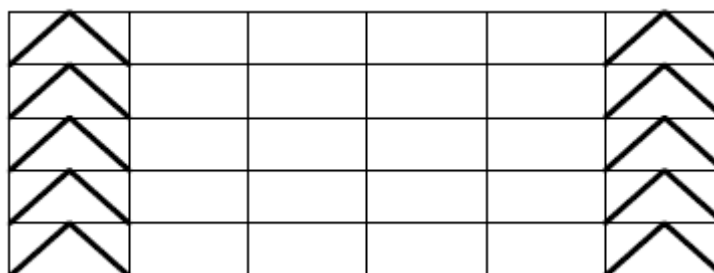
C.4.21. Větrové ztužidlo Z5 v zóně 1, směr X – Varianta 1,2

Zatřídění průřezu: RO 101,6 x 6,0

$$\frac{d}{t} \leq 50 \varepsilon^2$$

$$16,93 < 33,10$$

třída 1



Zóna 1, pohled ve směru (proti směru) osy Y

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ tlak:
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS12 + 1,05 ZS3 + 0,75 ZS10

TLAK - VZPĚR CELISTVÝCH PRUTŮ

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$E = 210000 \text{ MPa}$$

$$G = 81000 \text{ MPa}$$

$$N_{Ed} = 130,30 \text{ kN}$$

$$A = 1800 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 2070000 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 2070000 \text{ mm}^4$$

$$I_p = 4140000 \text{ mm}^4$$

$$I_0 = 4140000 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 0 \text{ mm}^6$$

$$I_t = 4130000 \text{ mm}^4$$

$$i_y = 33,9 \text{ mm}$$

$$i_z = 33,9 \text{ mm}$$

$$i_p = 48,0 \text{ mm}$$

$$i_0 = 48,0 \text{ mm}$$

$$a_y = 0,0 \text{ mm}$$

$$a_z = 0,0 \text{ mm}$$

$$a = 0,0 \text{ mm}$$

$$L = 5462,0 \text{ mm}$$

$$0,95 L = 5188,9 \text{ mm}$$

$$l_{cr,y} = 5188,9 \text{ mm}$$

$$l_{cr,z} = 5188,9 \text{ mm}$$

$$l_{cr,T} = 5188,9 \text{ mm}$$

$$\beta_y = 1,0$$

$$\beta_z = 1,0$$

$$\beta_T = 1,0$$

$$\lambda_y = 153,012$$

$$\lambda_z = 153,012$$

$$\lambda_T = 5,065$$

$$\gamma_{M1} = 1,00$$

$$\alpha = 0,21$$

$$N_{cr,y} = 159345,13 \text{ N}$$

$$N_{cr,z} = 159345,13 \text{ N}$$

$$N_{cr,T} = 145447826,09 \text{ N}$$

$$N_{cr,TF} = 159345,13 \text{ N}$$

$$N_{cr} = 159,35 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 639 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 142,10 \text{ kN}$$

$$\chi = 0,222$$

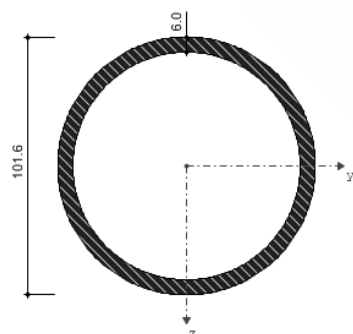
$$\Phi = 2,694$$

$$\lambda = 2,003$$

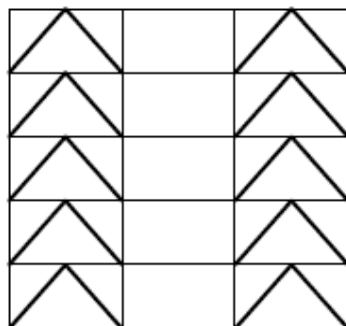
$$1,0 \geq N_{Ed} / N_{b,Rd}$$

$$1,0 > 0,92$$

VYHOVUJE



Zóna 1, pohled ve směru osy X



C.4.22. Větrové ztužidlo Z6 v zóně 1, směr Y – Varianta 1

Zatřídění průřezu: RO 101,6 x 8,0

$$d/t \leq 50 \varepsilon^2$$

$$12,70 < 33,10$$

třída 1

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ tlak:

$$1,35 \text{ ZS1} + 1,35 \text{ ZS2} + 1,50 \text{ ZS17} + 1,05 \text{ ZS3} + 0,75 \text{ ZS10}$$

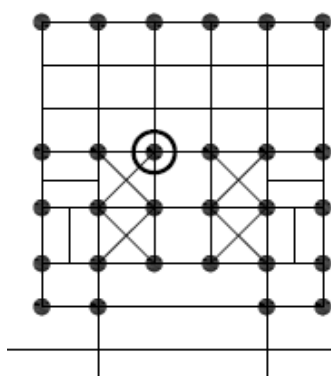
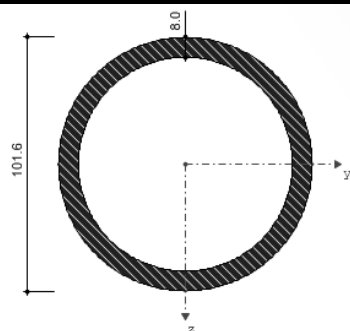
TLAK - VZPĚR CELISTVÝCH PRUTŮ

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

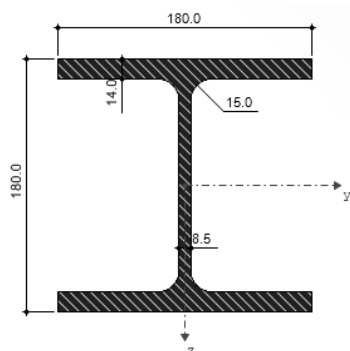
$$E = 210000 \text{ MPa}$$

$$G = 81000 \text{ MPa}$$

$$N_{Ed} = 218,77 \text{ kN}$$



Místo pro posouzení



N_{Ed}
604.72



$A=$	2350	mm^2			
$I_y=$	2600000	mm^4	$i_y=$	33,3	mm
$I_z=$	2600000	mm^4	$i_z=$	33,3	mm
$I_p=$	5200000	mm^4	$i_p=$	47,0	mm
$I_0=$	5200000	mm^4	$i_0=$	47,0	mm
$I_w=$	0	mm^6	$a_y=$	0,0	mm
$I_t=$	5190000	mm^4	$a_z=$	0,0	mm
			$a=$	0,0	mm
$L=$	4784,0	mm			
$0,95\ L=$	4544,8	mm			
$l_{cr,y}=$	4544,8	mm	$\beta_y=$	1,0	-
$l_{cr,z}=$	4544,8	mm	$\beta_z=$	1,0	-
$l_{cr,T}=$	4544,8	mm	$\beta_T=$	1,0	-
$\lambda_y=$	136,635	-	$\gamma_{MI}=$	1,00	-
$\lambda_z=$	136,635	-	$\alpha=$	0,21	-
$\lambda_T=$	5,063	-			

$N_{cr,y} =$	260893,25	N	$N_{cr} =$	260,89	kN
$N_{cr,z} =$	260893,25	N			
$N_{cr,T} =$	189983942,31	N	$N_{Rd} =$	834,25	kN
$N_{cr,TF} =$	260893,25	N	$N_{b,Rd} =$	228,14	kN

$\chi =$	0,273	-
$\Phi =$	2,266	-
$\lambda =$	1,788	-

1,0	$\geq$	$N_{Ed} / N_{b,Rd}$
1,0	$>$	0,96
VYHOVUJE		

C.4.23. Sloup S2 v zóně 2 – Varianta 1

Zatřídění průřezu: HEB 180

stojina

$c =$	152,0	mm
$t =$	8,5	mm
$\varepsilon =$	0,81	-

pásnice

$c =$	70,8	mm
$t =$	14,0	mm

$c/t \leq$	72	ε
17,9	$<$	58,6

třída 1

$c/t \leq$	9	ε
5,1	$<$	7,3

třída 1

výsledná třída: 1

Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ tlak:

1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS3 + 0,75 ZS10 + 0,90 ZS17

TLAK - VZPĚR CELISTVÝCH PRUTŮ

$f_y =$	355	MPa
$E =$	210000	MPa
$G =$	81000	MPa

$N_{Ed} =$ 604,72 kN

$A =$	6525	mm^2
-------	------	--------

$$\begin{aligned}
 I_y &= 38310000 \text{ mm}^4 & i_y &= 76,6 \text{ mm} \\
 I_z &= 13630000 \text{ mm}^4 & i_z &= 45,7 \text{ mm} \\
 I_p &= 51940000 \text{ mm}^4 & i_p &= 89,2 \text{ mm} \\
 I_0 &= 51940000 \text{ mm}^4 & i_0 &= 89,2 \text{ mm} \\
 I_w &= 93750000000 \text{ mm}^6 & a_y &= 0,0 \text{ mm} \\
 I_t &= 421600 \text{ mm}^4 & a_z &= 0,0 \text{ mm} \\
 & & a &= 0,0 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L &= 3600,0 \text{ mm} \\
 l_{cr,y} &= 3600,0 \text{ mm} & \beta_y &= 1,0 - \\
 l_{cr,z} &= 3600,0 \text{ mm} & \beta_z &= 1,0 - \\
 l_{cr,T} &= 3600,0 \text{ mm} & \beta_T &= 1,0 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \lambda_y &= 46,983 - & \gamma_{M1} &= 1,00 - \\
 \lambda_z &= 78,767 - & \alpha &= 0,49 - \\
 \lambda_T &= 46,804 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{cr,y} &= 6126694,01 \text{ N} & N_{cr} &= 2179,77 \text{ kN} \\
 N_{cr,z} &= 2179766,10 \text{ N} \\
 N_{cr,T} &= 6173560,61 \text{ N} & N_{Rd} &= 2316,375 \text{ kN} \\
 N_{cr,TF} &= 2179766,10 \text{ N} & N_{b,Rd} &= 1209,71 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \chi &= 0,522 - & 1,0 &\geq N_{Ed} / N_{b,Rd} \\
 \Phi &= 1,235 - & 1,0 &> 0,50 \\
 \lambda &= 1,031 - & & \text{VYHOVUJE}
 \end{aligned}$$

C.4.24. Sloup S1 v zóně 1 – Varianta 1

Zatřídění průřezu: HEB 260

stojina

$$\begin{aligned}
 c &= 177,0 \text{ mm} \\
 t &= 10,0 \text{ mm} \\
 \varepsilon &= 0,81 -
 \end{aligned}$$

pásnice

$$\begin{aligned}
 c &= 101,0 \text{ mm} \\
 t &= 17,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

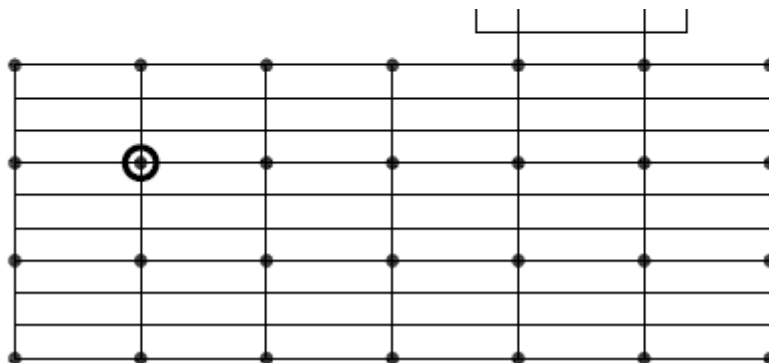
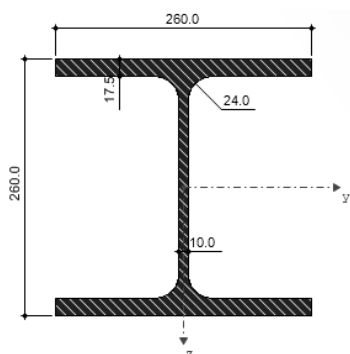
$$\begin{aligned}
 c/t &\leq 72 \varepsilon \\
 17,7 &< 58,6
 \end{aligned}$$

třída 1

$$\begin{aligned}
 c/t &\leq 9 \varepsilon \\
 5,8 &< 7,3
 \end{aligned}$$

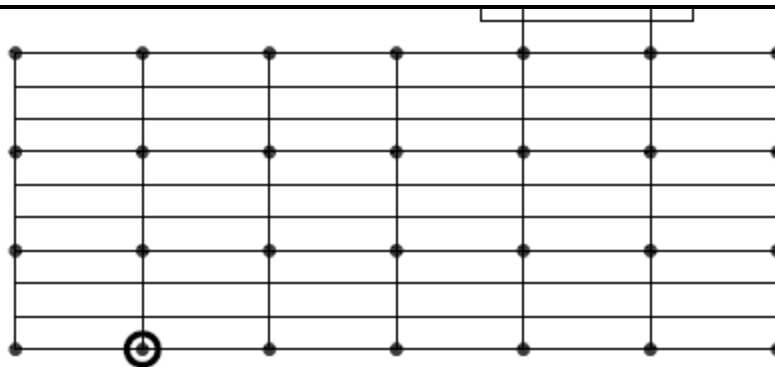
třída 1

výsledná třída: 1



N_{Ed} 2619,60		Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ tlak + dvouosý ohyb: 1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS3 + 0,75 ZS10 + 0,90 ZS13	
		TLAK - VZPĚR CELISTVÝCH PRUTŮ	
		$f_y =$ $E =$ $G =$	355 MPa 210000 MPa 81000 MPa
		$N_{Ed} =$ 2619,60 kN	
		$A =$ $I_y =$ $I_z =$ $I_p =$ $I_0 =$ $I_w =$ $I_t =$	11840 mm ² 149200000 mm ⁴ 51350000 mm ⁴ 200550000 mm ⁴ 200550000 mm ⁴ 755000000000 mm ⁶ 1270000 mm ⁴
		$i_y =$ $i_z =$ $i_p =$ $i_0 =$ $a_y =$ $a_z =$ $a =$	112,3 mm 65,9 mm 130,1 mm 130,1 mm 0,0 mm 0,0 mm 0,0 mm
		$L =$ $l_{cr,y} =$ $l_{cr,z} =$ $l_{cr,T} =$	3600,0 mm 3600,0 mm 3600,0 mm 3600,0 mm
		$\beta_y =$ $\beta_z =$ $\beta_T =$	1,0 - 1,0 - 1,0 -
		$\lambda_y =$ $\lambda_z =$ $\lambda_T =$	32,070 - 54,665 - 43,114 -
		$\gamma_{M1} =$ $\alpha =$	1,00 - 0,49 -
		$N_{cr,y} =$ $N_{cr,z} =$ $N_{cr,T} =$ $N_{cr,TF} =$	23860682,49 N 8212104,87 N 13201569,29 N 8212104,87 N
		$N_{cr} =$ $N_{Rd} =$ $N_{b,Rd} =$	8212,10 kN 4203,2 kN 3005,79 kN
		$\chi =$ $\Phi =$ $\lambda =$	0,715 - 0,882 - 0,715 -
		$\chi_y =$ $\chi_z =$	0,918 0,715
		$\lambda_y =$ $\lambda_z =$	0,420 0,715
		$\Phi_y =$ $\Phi_z =$	0,63 0,88
		α	0,34 0,49
		KLOPENÍ	
		$L =$ $k_y =$ $k_z =$ $k_w =$ $C_1 =$ $C_2 =$ $C_3 =$ $z_a =$ $z_s =$	3600 mm 1,0 - 1,0 - 1,0 - 1,85 - 1,00 - 1,00 - 0,0 mm 0,0 mm
		$I_t =$ $I_y =$ $I_z =$ $I_w =$ $W_{pl,y} =$ $W_{pl,z} =$ $G =$ $E =$ $f_y =$	1270000 mm ⁴ 149200000 mm ⁴ 51350000 mm ⁴ 755000000000 mm ⁶ 1283000 mm ³ 602000 mm ³ 81000 MPa 210000 MPa 355 MPa

$z_g =$	0,0	mm	$\kappa_{wt} =$	1,08	-																																		
$z_j =$	0,0	mm	$\zeta_g =$	0,00	-																																		
$\psi_f =$	0		$\zeta_j =$	0,00	-																																		
$h_f =$	242,5	mm																																					
$I_{fc} =$	25631667	mm ⁴																																					
$I_{ft} =$	25631667	mm ⁴																																					
$\mu_{cr} =$	2,728	-																																					
$M_{cr} =$	2506959011	Nmm	$\beta =$	1,00	-																																		
$\lambda_{LT} =$	0,426	-	$\alpha_{LT} =$	0,21	-																																		
$\Phi_{LT} =$	0,615	-	$\lambda_{LT,0} =$	0,20	-																																		
$\chi_{LT} =$	0,946	-	$\gamma_{M1} =$	1,00	-																																		
$M_{y,Rk} =$	455465000	Nmm	$M_{y,Ed} =$	11050000	Nmm																																		
$M_{z,Rk} =$	213710000	Nmm	$M_{z,Ed} =$	9910000	Nmm																																		
$M_{b,Rd} =$	430753782	Nmm																																					
$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,ED}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,ED}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0 \quad (6.61)$																																							
$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,ED}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,ED}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0 \quad (6.62)$																																							
			$C_{my} =$	0,600	$\mu_y =$ 0,990																																		
			$C_{mz} =$	0,600	$\mu_z =$ 0,882																																		
			$C_{mLT} =$	0,600																																			
<table><tr><th colspan="6">Tabulka B.2</th></tr><tr><td>$k_{yy} =$</td><td>0,689</td><td colspan="2">(6.61)</td><td colspan="2">(6.62)</td></tr><tr><td>$k_{yz} =$</td><td>0,621</td><td>...</td><td>$\leq$</td><td>1,0</td><td>...</td><td>$\leq$</td><td>1,0</td></tr><tr><td>$k_{zy} =$</td><td>0,822</td><td>0,73</td><td>$<$</td><td>1,0</td><td>0,94</td><td>$<$</td><td>1,0</td></tr><tr><td>$k_{zz} =$</td><td>1,034</td><td colspan="2">VYHOVUJE</td><td colspan="2">VYHOVUJE</td></tr></table>						Tabulka B.2						$k_{yy} =$	0,689	(6.61)		(6.62)		$k_{yz} =$	0,621	...	$\leq$	1,0	...	$\leq$	1,0	$k_{zy} =$	0,822	0,73	$<$	1,0	0,94	$<$	1,0	$k_{zz} =$	1,034	VYHOVUJE		VYHOVUJE	
Tabulka B.2																																							
$k_{yy} =$	0,689	(6.61)		(6.62)																																			
$k_{yz} =$	0,621	...	$\leq$	1,0	...	$\leq$	1,0																																
$k_{zy} =$	0,822	0,73	$<$	1,0	0,94	$<$	1,0																																
$k_{zz} =$	1,034	VYHOVUJE		VYHOVUJE																																			
$n_y =$	0,679	$\Delta M_{y,Ed} =$	0,00	Nmm																																			
$n_z =$	0,872	$\Delta M_{z,Ed} =$	0,00	Nmm																																			
Rozhodující kombinace zatížení pro MSÚ smyk: 1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS3 + 0,75 ZS10 + 0,90 ZS17																																							



SMYK

$$V_{Ed} = 27,06 \text{ kN}$$

$$A_V = 1,04 h \cdot t_w = 2704 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V \cdot f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 554,21 \text{ kN}$$

1,0	$\geq$	$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$
1,0	$>$	0,05
VYHOVUJE		

Rozhodující kombinace pro MSP:

Maximální vodorovný průhyb celé konstrukce – směr X

1,00 ZS14

$\delta = 10,5 \text{ mm}$

$\delta_{max} = h_o/500 = 18000/300 = 37,5 \text{ mm}$

δ_{max}	$\geq$	δ
37,5	$>$	10,5
VYHOVUJE		

Maximální vodorovný průhyb celé konstrukce – směr Y:

1,00 ZS17

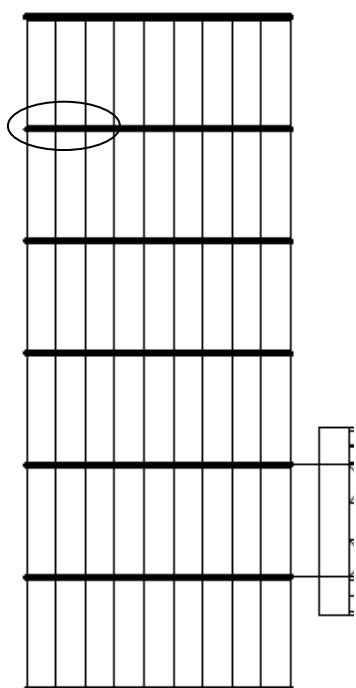
$\delta = 8,4 \text{ mm}$

$\delta_{max} = h_o/500 = 18000/300 = 37,5 \text{ mm}$

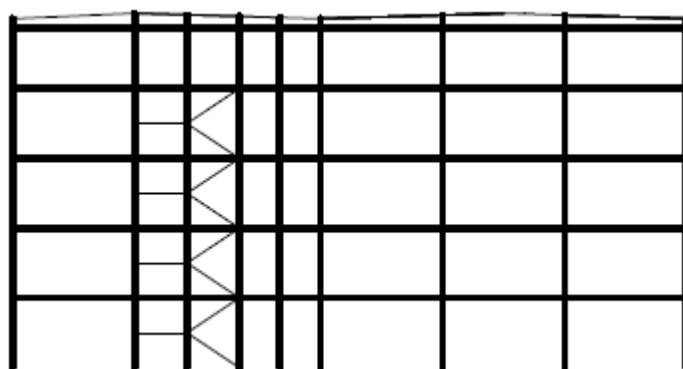
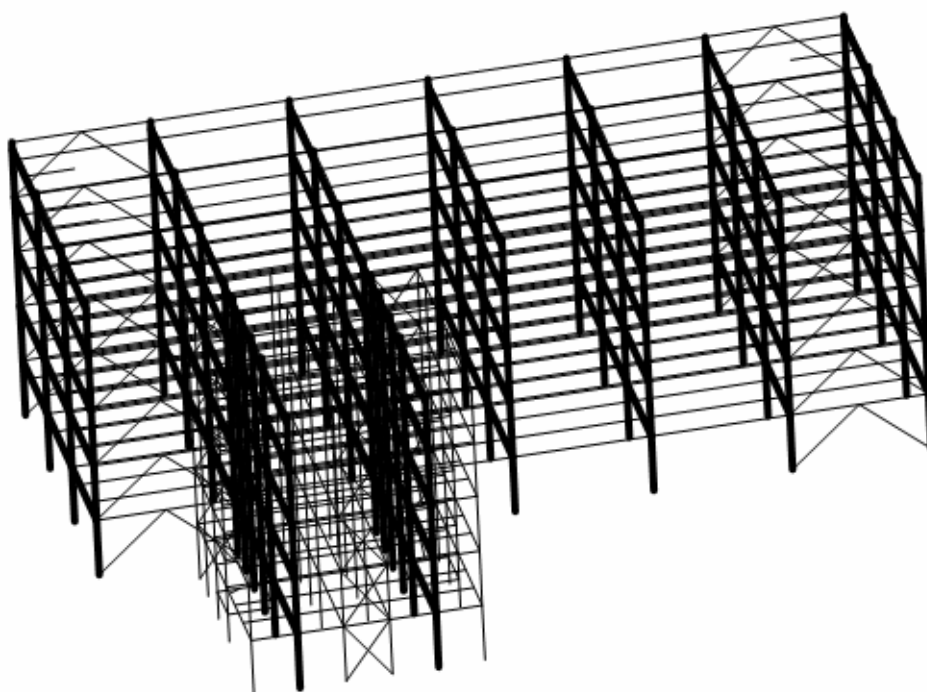
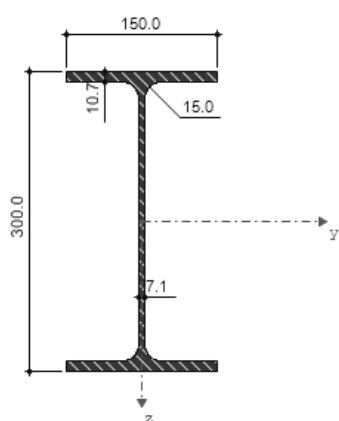
δ_{max}	$\geq$	δ
37,5	$>$	8,4
VYHOVUJE		

C.4.25. Průvlak P1 v zóně 1 – Varianta 2

Příčné rámy ve variantě 2, procházející oběma zónami



Prvky pro posouzení



pohled ve směru X

Zatřídění průřezu:

IPE 300

stojina

pásnice

$$c = 248,6 \text{ mm}$$

$$c = 56,5 \text{ mm}$$

$$t = 7,1 \text{ mm}$$

$$t = 10,7 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 0,81 -$$

$$\frac{c}{t} \leq 72 \varepsilon$$

$$35,0 < 58,6$$

třída 1

$$\frac{c}{t} \leq 9 \varepsilon$$

$$5,3 < 7,3$$

třída 1

výsledná třída: 1

Průvlak

IPE 300

montážní stav - působí ocelový nosník

tř. 1

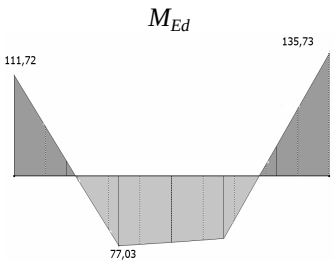
$$L = 6300 \text{ mm}$$

$$A_a = 5380,0 \text{ mm}^2$$

$$I_a = 83560000,0 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,y} = 557066,7 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 628000,0 \text{ mm}^3$$

	$t_w = 7,1 \text{ mm}$	
	$t_f = 10,7 \text{ mm}$	
	<u>Zatížení</u>	
	stálé	
	popis	F_k, f_k [kN, kN/m]
		γ_F [-]
		F_d, f_d [kN, kN/m]
	reakce od stropnic [kN]	50,56
	vl. tíha [kN/m]	0,42
	nahodilé při betonáži 0,75 kN/m ² na ploše 3 x 3 m 0,75 · 1,5 · 3 [kN]	3,38
	0,75 kN/m ² na celé ploše 0,75 · 2,1 · 8,1 [kN]	12,76
	nahodilé celkem [kN]	16,13
	celkem [kN]	66,69
		1,35
		1,35
		5,06
		1,50
		19,14
		1,50
		24,20
Největší ohybový moment:		
Vnitřní síly jsou počítány na modelu pro montážní stav, tekutý beton a montážní zatížení jsou jen na nejnižší stropní konstrukci v celém půdorysu.		
$M_{Ed} = 135,73 \text{ kNm}$		
<u>Posouzení mezního stavu únosnosti</u>		
KLOPENÍ		
$L =$	1400 mm	$I_t = 199000 \text{ mm}^4$
$k_y =$	1,0 -	$I_y = 83560000 \text{ mm}^4$
$k_z =$	0,7 -	$I_z = 6040000 \text{ mm}^4$
$k_w =$	1,0 -	$I_w = 12600000000 \text{ mm}^6$
$C_1 =$	1,59 -	$W_{pl,y} = 628000 \text{ mm}^3$
$C_2 =$	1,00 -	$W_{pl,z} = 125000 \text{ mm}^3$
$C_3 =$	1,00 -	$G = 81000 \text{ MPa}$
$z_a =$	150,0 mm	$E = 210000 \text{ MPa}$
$z_s =$	0,0 mm	$f_y = 355 \text{ MPa}$
$z_g =$	150,0 mm	$\kappa_{wt} = 2,88 -$
$z_j =$	0,0 mm	$\zeta_g = 4,27 -$
$\psi_f =$	0	$\zeta_j = 0,00 -$
$h_f =$	289,3 mm	
$I_{fc} =$	3009375 mm ⁴	
$I_{ft} =$	3009375 mm ⁴	
$\mu_{cr} =$	2,214 -	
$M_{cr} =$	710426950 Nmm	$\beta = 1,00 -$
$\lambda_{LT} =$	0,560 -	$\alpha_{LT} = 0,34 -$
$\Phi_{LT} =$	0,718 -	$\lambda_{LT,0} = 0,20 -$
$\chi_{LT} =$	0,857 -	$\gamma_{M1} = 1,00 -$
$M_{y,Rk} =$	222940000 Nmm	$M_{y,Ed} = 135730000 \text{ Nmm}$
$M_{z,Rk} =$	44375000 Nmm	$M_{z,Ed} = 0 \text{ Nmm}$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 190,96 \text{ kNm}$$

$M_{Ed} / M_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,71	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Posouzení mezního stavu použitelnosti
(průhyb jen od stálého zatížení)

$$\delta_{max} = L/250 = 6300 / 250 = 25,2 \text{ mm}$$

$$\delta = 7,5 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
25,2	$>$	7,5
VYHOVUJE		

$\delta \leq 20 \text{ mm} \rightarrow$ není
nutno uvažovat
zvětšenou tloušťku
desky vlivem průhybu.

δ_{max}	$\geq$	δ
20,0	$>$	7,5
VYHOVUJE		

**provozní stav - působí ocelobetonový
nosník**

Zatížení
stálé

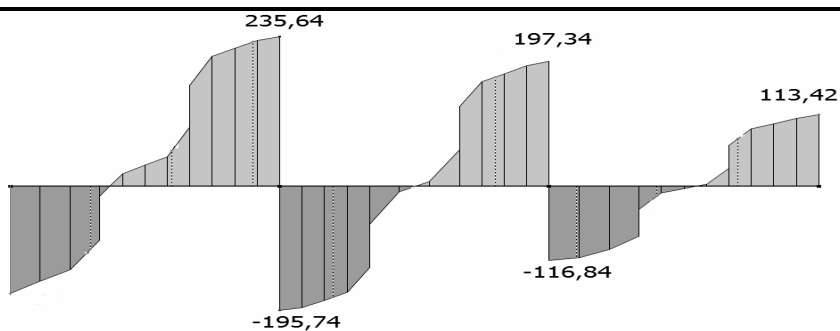
popis	F_k, f_k [kN, kN/m]	γ_F [-]	F_d, f_d [kN, kN/m]
reakce od stropnic [kN]	68,50	1,35	92,47
vl. Tíha [kN/m]	0,42	1,35	0,57
užitné			
užitné - kat. B			
5,25 · 8,1 [kN]	42,53	1,50	63,79
přemístitelné příčky			
1,05 · 8,1 [kN]	8,51	1,50	12,76
nahodilé celkem [kN]	51,03		76,55
celkem [kN]	119,53		169,02

Pro zjištění vnitřních sil působících na sprážený průřez byly všechny rámově
uložené nosníky modelovány se spolupůsobící šířkou desky:

$$b_{eff,1} = L_e / 8$$

$$L_e = 0,70 L$$

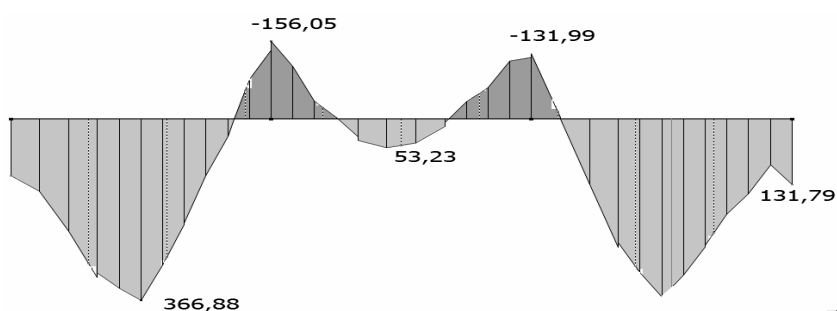
Výpočet spolupůsobících šířek se idealizuje na základě spojitého nosníku.



Posouvající síla v kombinaci s M_{Ed}^+ je 227,52 kN, použije se také 235,64 kN.

Max. normálová tahová síla ve spřaženém průřezu dosahuje v poli hodnoty:
 $1,35 \text{ ZS1} + 1,35 \text{ ZS2} + 1,50 \text{ ZS4} + 0,90 \text{ ZS15} + 0,75 \text{ ZS10}$

$$N_{Ed} = 366,88 \text{ kN}$$



Posouzení mezního stavu únosnosti

posouzení průřezu na smyk

$$V_{pl,Rd} = A_v \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 2215,2 \frac{355}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 454,03 \text{ kN}$$

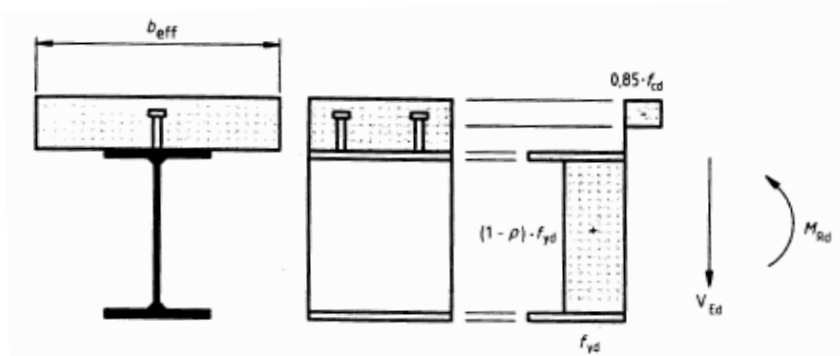
$$A_v = 1,04 \cdot h \cdot t_w = 1,04 \cdot 300 \cdot 7,1 = 2215,2 \text{ mm}^2$$

$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,52	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Snížení meze kluzu stojiny:

$$\rho = (2V_{Ed}/V_{Rd} - 1)^2 = 0,001$$

$$f_{y,red} = (1 - \rho) f_{yd} = 354,49 \text{ MPa}$$



Posouzení uprostřed pole na kladný ohybový moment:

Spolupůsobící šířka desky:

	$L_e = 0,7 L = 4410 \text{ mm}$ $b_{eff} = b_{e1} + b_{e2} + b_0 = 1213 \text{ mm}$ $b_{e1} = b_{e2} = L_e/8 = 551 \text{ mm}$ $b_0 = 110 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$ $b_0 \geq 4 d = 76 \text{ mm}$ $mm \geq 20$ $e_d = 20 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$ $e_d \leq 9 t_f \cdot \varepsilon = 78,4 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$ Poloha neutrální osy: předpokládaná poloha NO v betonové desce: $x = \frac{(A_a f_{y,red} + 2A_f \rho f_y) / \gamma_{M0}}{b_{eff} 0,85 f_{ck} / \gamma_c} = 111,1 \text{ mm}$ $x > h_f = 70 \text{ mm}$ předpoklad neplatí, NO leží v ocelovém profilu: Únosnosti částí průřezu se stanoví následovně: $N_a = (A_a \cdot f_{y,red} + 2A_f \cdot \rho \cdot f_y) / \gamma_{M0} =$ $N_a = (5380 \cdot 354,49 + 2 \cdot 1605 \cdot 0,001 \cdot 355) / 1,0 = 1908,79 \text{ kN}$ $N_{c1} = 0,85 \cdot A_{c1} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$ $N_{c1} = 0,85 \cdot (1213 \cdot 70) \cdot 25 / 1,50 = 1202,40 \text{ kN}$ $A_{c2} = 14197,1 \text{ mm}^2$ $N_{c2} = 0,85 \cdot A_{c2} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$ $N_{c2} = 0,85 \cdot 14197,1 \cdot 25 / 1,50 = 201,13 \text{ kN}$ $N_a = 1908,79 \text{ kN} > N_{c1} + N_{c2} = 1403,52 \text{ kN}$ Poloha NO se určí z rovnováhy sil, tahová síla se musí rovnat tlakové: $N_+ = N_- = (1908,79 + 1403,52) / 2 = 1656,15 \text{ kN}$ Tlaková síla v ocelovém profilu: $N_{a1} = 1656,15 - 1403,52 = 252,63 \text{ kN}$ $x' = 252,63 \cdot 10^3 / (135 \cdot 355 / 1,0) = 4,7 \text{ mm}$ $x' < t_f = 10,2 \text{ mm}$ NO leží v pásnici Únosnost v ohybu: $z = 70/2 + 71,38 + 270/2 = 256,4 \text{ mm}$ $z_1 = 70/2 + 71,38 + 4,7/2 = 108,8 \text{ mm}$ $z_2 = 70/2 + 32,5 = 67,5 \text{ mm}$ $M_{pl,Rd} = N_a \cdot z - 2 N_{a1} \cdot z_1 - N_{c2} \cdot z_2 =$ $1908,79 \cdot 10^3 \cdot 256,4 - 2 \cdot 252,63 \cdot 10^3 \cdot 108,8 -$ $- 201,13 \cdot 10^3 \cdot 67,5 = 420,85 \text{ kNm}$
--	---

$$N_{pl,Rd} = A_a \cdot f_{y,red} + 2A_f \rho f_y = 1908,79 \text{ kN}$$

$M_{Ed} / M_{pl,Rd} + N_{Ed} / N_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,63	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Posouzení u vnitřní podpory na záporný ohybový moment:

Spolupůsobící šířka desky:

$$L_e = 0,25 (2L) = 3150 \text{ mm}$$

$$b_{eff} = b_{e1} + b_{e2} + b_0 = 898 \text{ mm}$$

$$b_{e1} = b_{e2} = L_e / 8 = 394 \text{ mm}$$

Vlastnosti betonářské výztuže: B 550B

$$f_{sk} = 550 \text{ MPa}$$

$$f_{sd} = f_{sk} / \gamma_s = 478,26 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1,15 \text{ -}$$

Krytí betonářské výztuže:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{nom} = 20 \text{ mm}$$

$$\emptyset = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \emptyset = 10 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{vzdálenost od horního okraje: } a_s = 25 \text{ mm}$$

$$\text{počet profilů na šířce } b_{eff}: n = 15 \text{ -}$$

$$\text{plocha výztuže na šířce } b_{eff}: A_s = 1174,82 \text{ mm}^2$$

$$s_{max,slabs} \leq 2h = 140 \text{ mm}$$

$$\text{minimální světlá vzdálenost výztuže: } 20 \text{ mm}$$

$$s = 60 \text{ mm}$$

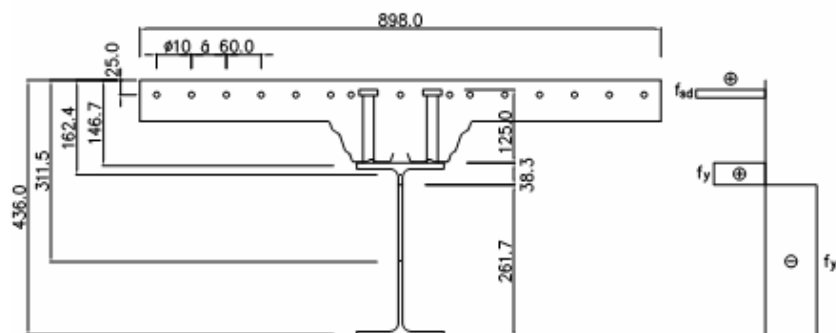
VYHOVUJE

$$N_a = A_a \cdot f_y / \gamma_{M0} = 1908,79 \text{ kN}$$

$$N_s = A_s \cdot f_{sd} = 561,87 \text{ kN}$$

Poloha NO se určí z rovnováhy sil, tahová síla se musí rovnat tlakové:

$$N_+ = N_- = (N_a + N_s) / 2 = 1235,33 \text{ kN}$$



Tahová síla v ocelovém profilu:

$$\begin{aligned}
 N_{a1} &= N_+ - N_s = 673,46 \text{ kN} \\
 A_f &= 1605,0 \text{ mm}^2 \\
 A_{w1} &= (N_{a1} - A_f f_y) / f_{y,red} = 292,5 \text{ mm}^2 \\
 A_{a1} &= A_f + A_{w1} = 1897,5 \text{ mm}^2 \\
 c_{f1} &= 146,7 \text{ mm} \\
 c_{w1} &= 162,4 \text{ mm} \\
 N_{f1} &= A_f f_y = 569,78 \text{ kN} \\
 N_{w1} &= A_{w1} f_{y,red} = 103,68 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Tlaková síla v ocelovém profilu:

$$\begin{aligned}
 N_{a2} &= N_a - N_{a1} = 1235,33 \text{ kN} \\
 A_{a2} &= A_a - A_{a1} = 3482,5 \text{ mm}^2 \\
 c_{f2} &= 436,0 \text{ mm} \\
 c_{w2} &= 311,5 \text{ mm} \\
 N_{f2} &= N_{f1} = 569,78 \text{ kN} \\
 N_{w2} &= (A_a - 2A_f - A_{w1}) f_{y,red} = 665,56 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

NO leží ve stojně

Únosnost v ohybu:

$$\begin{aligned}
 c_{f1} - a_s &= 121,7 \text{ mm} \\
 c_{w1} - a_s &= 137,4 \text{ mm} \\
 c_{f2} - a_s &= 411,0 \text{ mm} \\
 c_{w2} - a_s &= 286,5 \text{ mm} \\
 M_{pl,Rd} &= N_{f2} (c_{f2} - a_s) + N_{w2} (c_{w2} - a_s) - \\
 &\quad N_{w1} (c_{w1} - a_s) - N_{f1} (c_{f1} - a_s) = 341,24 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$M_{Ed} / M_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,97	<	1,0
VYHOVUJE		

Sprážení

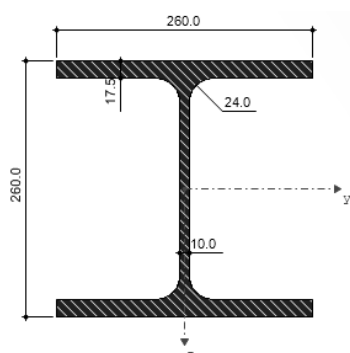
trny ve 2 řadách:

$$\begin{aligned}
 d &= 19,0 \text{ mm} \\
 h_{sc} &= 125,0 \text{ mm} \geq 3d \quad \text{VYHOVUJE} \\
 &\quad h_{sc} \leq h_p + 75 \quad \text{VYHOVUJE} \\
 d_h &= 32,0 \text{ mm} \geq 1,5d \quad \text{VYHOVUJE} \\
 h_h &= 10,0 \text{ mm} \geq 0,4d \quad \text{VYHOVUJE} \\
 h_{sc} / d &= 6,58 - \\
 d / t_f &= 1,78 \leq 2,50 \quad \text{VYHOVUJE} \\
 \alpha &= 1,00 -
 \end{aligned}$$

ocel S t 37-3K

$$\begin{aligned}
 f_u &= 360 \text{ MPa} \\
 f_y &= 235 \text{ MPa} \\
 f_u / f_y &= 1,53 \geq 1,20 \quad \text{VYHOVUJE} \\
 \gamma_v &= 1,25 - \\
 f_{ck} &= 25 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &= 31000 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

	$P_{Rd} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})/\gamma_v}$ $P_{Rd} = 0,29 \cdot 1 \cdot 19^2 \cdot \sqrt{(25 \cdot 31000)/1,25}$ $P_{Rd} = 73,73 \text{ kN}$
	$P_{Rd} = 0,8 \cdot f_u/\gamma_v \cdot (\pi \cdot d^2)/4$ $P_{Rd} = 0,8 \cdot 360/1,25 \cdot (\pi \cdot 19^2)/4$ $P_{Rd} = 65,33 \text{ kN}$
	$n_r = 2 -$
	$b_0 = 201 \text{ mm}$
	$k_l = 1,27 \leq 1,0$
	$\min P_{Rd} \cdot k_l = 65,33 \text{ kN}$
	$V_l = N_c + N_s = 1965,39 \text{ kN}$
	$n_f = V_l / \min P_{Rd} \cdot k_l = 30,1 \text{ ks} \quad \text{celkem ks: } 56$
	$(L/2)/(n_f / n_r) = 209 \text{ mm} \quad \text{úplné spřažení}$
	$4d = 76,0 \text{ mm}$
	$s_t = 110,0 \text{ mm} \geq 4d \quad \text{VYHOVUJE}$
	$5d = 95,0 \text{ mm}$
	$s_l = 200 \text{ mm} \geq 5d \quad \text{VYHOVUJE}$
	$15 t_f \cdot \varepsilon = 130,6 \text{ mm}$
	<u>Mezní stav použitelnosti</u> Posoudí se průhyb spřaženého nosníku za předpokladu pružného působení. Účinný modul pružnosti betonu je uvažován s vlivem dotvarování betonu:
	$E'_c = E_{cm}/2 = 15500 \text{ MPa}$
	pracovní součinitel: $n = E_a / E_c = 6,77 -$
	poloha neutrální osy: $c_a = h_f + h_p + h/2 = 291,4 \text{ mm}$
	$e_1 = \frac{A_a \cdot c_a + \frac{1}{n} \cdot (A_{c1} \cdot c_{c1} + A_{c2} \cdot c_{c2})}{A_a + \frac{1}{n} \cdot (A_{c1} + A_{c2})}$ $e_1 = \frac{5380 \cdot 291,4 + \frac{1}{6,77} \cdot (70 \cdot 1213 \cdot \frac{70}{2} + 14197,1 \cdot (70 + 32,5))}{5380 + \frac{1}{6,77} \cdot (70 \cdot 1213 + 14197,1)}$ $e_1 = 111,0 \text{ mm}$
	Moment setrvačnosti ideálního průřezu: $z_a = c_a - e_1 = 180,4 \text{ mm}$



HEB 260

$$z_{c1} = e_1 - c_{c1} = 76,0 \text{ mm}$$

$$z_{c2} = e_1 - c_{c2} = 8,5 \text{ mm}$$

$$I_{c2} = 20732308,8 \text{ mm}^4$$

$$I_i = I_a + A_a \cdot z_a^2 + 1/n \cdot (I_{c1} + A_{c1} \cdot z_{c1}^2 + I_{c2} + A_{c2} \cdot z_{c2}^2)$$

$$I_i = 8356 \cdot 10^4 + 5380 \cdot 180,4^2 + 1/6,77 \cdot (1/12 \cdot 1213 \cdot 70^3 + 1213 \cdot 70 \cdot 76,0^2 + 20,7 \cdot 10^6 + 14197,1 \cdot 8,5^2)$$

$$I_i = 339305197,9 \text{ mm}^4$$

Je nutno prověřit, zda se nosník chová pružně:
montážní stav (jen stálé zatížení):

$$M_{Gk} = 42,17 \text{ kNm}$$

provozní stav (jen nahodilé zatížení):

$$M_{Qk} = 55,03 \text{ kNm}$$

Normálové napětí v dolních vláknech ocelového nosníku:

$$e_2 = h_f + h_p + h - e_1 = 330,4 \text{ mm}$$

$$\sigma_2 = \frac{42,17 \cdot 10^6}{557066,7} + \frac{55,03 \cdot 10^6}{339305197,9} \cdot 330,4 = 129,28 \text{ MPa}$$

σ_2 / f_y	$\leq$	1,0
0,36	<	1,0
VYHOVUJE		

Normálové napětí v horních vláknech betonové desky:

$$\sigma_1 = \frac{55,03 \cdot 10^6}{6,77 \cdot 339305197,9} \cdot 111,0 = 2,66 \text{ MPa}$$

$\sigma_1 / 0,85 \cdot f_{ck}$	$\leq$	1,0
0,13	<	1,0
VYHOVUJE		

Průhyb spřaženého nosníku:

reakce od příbytku stálého zatížení od skladby SK1:

$$G_k = 2,66 \cdot 8,1 = 21,55 \text{ kN}$$

$$\delta = 1,6 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = L/300 = 21 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
21,0	>	1,6
VYHOVUJE		

Celkový průhyb spodní hrany ocelového nosníku je:

$$\delta = 7,5 + 1,6 = 9,1 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = L/250 = 25,2 \text{ mm}$$

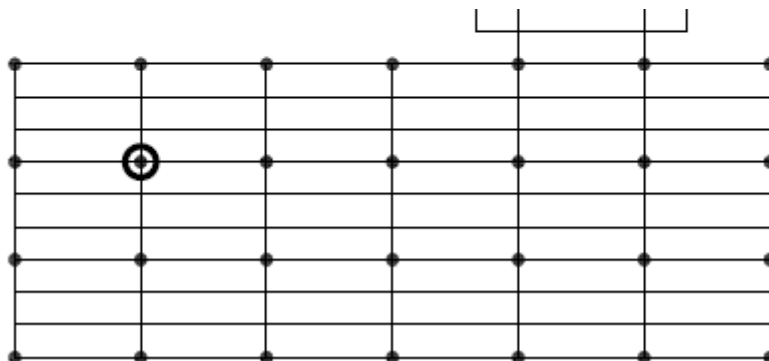
δ_{max}	$\geq$	δ
----------------	--------	----------

25,2

>

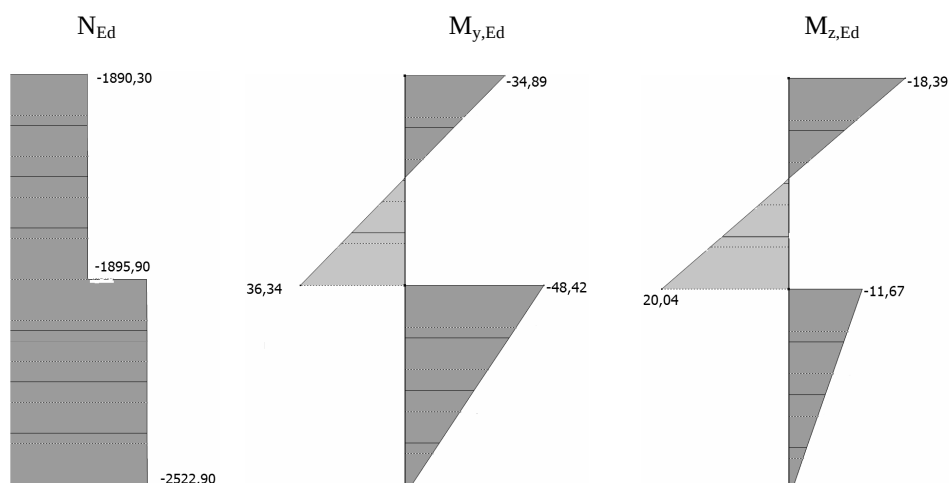
9,1

VYHOVUJE

C.4.26. Sloup S1 v zóně 1 – Varianta 2

Max. kombinace pro MSÚ:

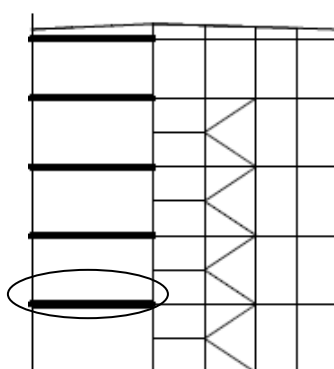
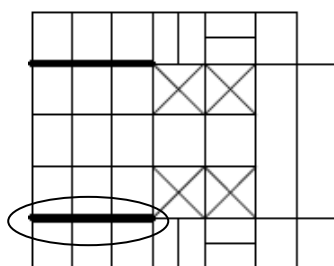
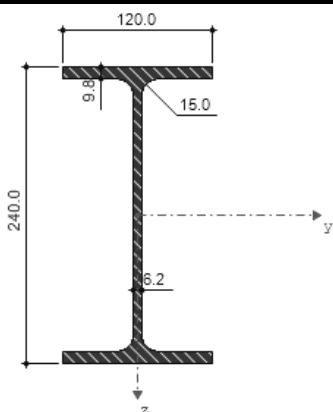
1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS3 + 0,90 ZS17 + 0,75 ZS10



- Vnitřní síly pro nejnížší 2 podlaží konstrukce.

TLAK - VZPĚR CELISTVÝCH PRUTŮ $f_y = 355 \text{ MPa}$ $E = 210000 \text{ MPa}$ $G = 81000 \text{ MPa}$ $N_{Ed} = 2522,90 \text{ kN}$ $A = 11840 \text{ mm}^2$ $I_y = 149200000 \text{ mm}^4$ $I_z = 51350000 \text{ mm}^4$ $I_p = 200550000 \text{ mm}^4$ $I_0 = 200550000 \text{ mm}^4$ $I_w = 755000000000 \text{ mm}^6$ $I_t = 1270000 \text{ mm}^4$ $i_y = 112,3 \text{ mm}$ $i_z = 65,9 \text{ mm}$ $i_p = 130,1 \text{ mm}$ $i_0 = 130,1 \text{ mm}$ $a_y = 0,0 \text{ mm}$ $a_z = 0,0 \text{ mm}$ $a = 0,0 \text{ mm}$ $L = 3600,0 \text{ mm}$

$l_{cr,y}=$	7200,0	mm	$\beta_y=$	2,0	-		
$l_{cr,z}=$	3600,0	mm	$\beta_z=$	1,0	-		
$l_{cr,T}=$	2520,0	mm	$\beta_T=$	0,7	-		
$\lambda_y=$	64,139	-	$\gamma_{M1}=$	1,00	-		
$\lambda_z=$	54,665	-	$\alpha=$	0,49	-		
$\lambda_T=$	34,497	-					
$N_{cr,y}=$	5965170,62	N	$N_{cr}=$	5965,17	kN		
$N_{cr,z}=$	8212104,87	N					
$N_{cr,T}=$	20620889,62	N	$N_{Rd}=$	4203,2	kN		
$N_{cr,TF}=$	5965170,62	N	$N_{b,Rd}=$	2679,27	kN		
$\chi=$	0,637	-					
$\Phi=$	1,009	-					
$\lambda=$	0,839	-					
						α	
$\chi_y=$	0,700	$\lambda_y=$	0,839	$\Phi_y=$	0,96	0,34	
$\chi_z=$	0,715	$\lambda_z=$	0,715	$\Phi_z=$	0,88	0,49	
KLOPENÍ							
$L=$	3600	mm	$I_t=$	1270000	mm ⁴		
$k_y=$	1,0	-	$I_y=$	149200000	mm ⁴		
$k_z=$	1,0	-	$I_z=$	51350000	mm ⁴		
$k_w=$	0,7	-	$I_w=$	755000000000	mm ⁶		
$C_1=$	1,85	-	$W_{pl,y}=$	1283000	mm ³		
$C_2=$	1,00	-	$W_{pl,z}=$	602000	mm ³		
$C_3=$	1,00	-	$G=$	81000	MPa		
$z_a=$	0,0	mm	$E=$	210000	MPa		
$z_s=$	0,0	mm	$f_y=$	355	MPa		
$z_g=$	0,0	mm	$\kappa_{wt}=$	1,55	-		
$z_j=$	0,0	mm	$\xi_g=$	0,00	-		
$\psi_f=$	0		$\xi_j=$	0,00	-		
$h_f=$	242,5	mm					
$I_{fc}=$	25631667	mm ⁴					
$I_{ft}=$	25631667	mm ⁴					
$\mu_{cr}=$	3,409	-					
$M_{cr}=$	3133200249	Nmm	$\beta=$	1,00	-		
$\lambda_{LT}=$	0,381	-	$\alpha_{LT}=$	0,21	-		
$\Phi_{LT}=$	0,592	-	$\lambda_{LT,0}=$	0,20	-		
$\chi_{LT}=$	0,958	-	$\gamma_{M1}=$	1,00	-		
$M_{y,Rk}=$	455465000	Nmm	$M_{y,Ed}=$	48460000	Nmm		
$M_{z,Rk}=$	213710000	Nmm	$M_{z,Ed}=$	11670000	Nmm		
$M_{b,Rd}=$	436175905	Nmm					



$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,ED}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,ED}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,ED}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,ED}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0 \quad (6.62)$$

$$\begin{aligned} C_{my} &= 0,600 & \mu_y &= 0,820 \\ C_{mz} &= 0,600 & \mu_z &= 0,888 \\ C_{mLT} &= 0,600 \end{aligned}$$

Tabulka B.2		
$k_{yy} = 0,929$	(6.61)	(6.62)
$k_{yz} = 0,611$	... $\leq 1,0$	... $\leq 1,0$
$k_{zy} = 0,828$	0,99 $< 1,0$	0,99 $< 1,0$
$k_{zz} = 1,018$	VYHOVUJE	VYHOVUJE

$$\begin{aligned} n_y &= 0,858 & \Delta M_{y,Ed} &= 0,00 \text{ Nmm} \\ n_z &= 0,839 & \Delta M_{z,Ed} &= 0,00 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Rozhodující kombinace pro MSP:

Maximální vodorovný průhyb celé konstrukce – směr X

1,00 ZS17

$\delta = 5,5 \text{ mm}$

$\delta_{max} = h_o/500 = 18000/300 = 37,5 \text{ mm}$

δ_{max}	$\geq$	δ
37,5	$>$	10,5
VYHOVUJE		

Maximální vodorovný průhyb celé konstrukce – směr Y:

1,00 ZS14

$\delta = 22,1 \text{ mm}$

$\delta_{max} = h_o/500 = 18000/300 = 37,5 \text{ mm}$

δ_{max}	$\geq$	δ
37,5	$>$	22,1
VYHOVUJE		

C.4.27. Průvlak P2 v zóně 2 – Varianta 2

Zatřídění průřezu:

IPE 240

stojina

pásnice

$c = 190,4 \text{ mm}$

$c = 41,9 \text{ mm}$

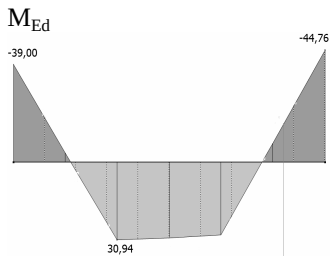
$t = 6,2 \text{ mm}$

$t = 9,8 \text{ mm}$

$\varepsilon = 0,81$

$c/t \leq 72 \varepsilon$

$c/t \leq 9 \varepsilon$

	30,7 < 58,6		4,3 < 7,3										
	třída 1		třída 1										
	výsledná třída: 1												
	Průvlak IPE 240												
	montážní stav - působí ocelový nosník												
	tř. 1												
	L= 6300 mm												
	A _a = 3910,0 mm ²												
	I _a = 38920000,0 mm ⁴												
	W _{el,y} = 324333,3 mm ³												
W _{pl,y} = 367000,0 mm ³													
t _w = 6,2 mm													
t _f = 9,8 mm													
<u>Zatížení</u>													
stálé													
popis	F _k , f _k [kN, kN/m]	γ _F [-]	F _d , f _d [kN, kN/m]										
reakce od stropnic [kN]	16,60	1,35	22,41										
vl. tíha [kN/m]	0,31	1,35	0,41										
nahodilé při betonáži													
0,75 kN/m ² na ploše 2,7 x 3 m 0,75 · 2,7 · 1,5 [kN]	3,04	1,50	4,56										
0,75 kN/m ² na celé ploše 0,75 · 2,1 · 2,7 [kN]	4,25	1,50	6,38										
nahodilé celkem [kN]	7,29		10,94										
celkem [kN]	23,89		33,34										
Největší kladný ohybový moment:													
M _{Ed} =		30,94 kNm											
<u>Posouzení mezního stavu únosnosti</u>													
M _{pl,Rd} =		130,29 kNm											
<table><tr><td>M_{Ed} / M_{pl,Rd}</td><td>≤</td><td>1,0</td></tr><tr><td>0,24</td><td><</td><td>1,0</td></tr><tr><td colspan="3">VYHOVUJE</td></tr></table>					M _{Ed} / M _{pl,Rd}	≤	1,0	0,24	<	1,0	VYHOVUJE		
M _{Ed} / M _{pl,Rd}	≤	1,0											
0,24	<	1,0											
VYHOVUJE													
Největší záporný ohybový moment:													
M _{Ed} =		-44,76 kNm											
<u>Posouzení mezního stavu únosnosti</u>													
KLOPENÍ													
L=	1300 mm	I _t =	130000 mm ⁴										
k _y =	1,0 -	I _y =	38920000 mm ⁴										
k _z =	0,7 -	I _z =	2840000 mm ⁴										

$k_w =$	1,0	-	$I_w =$	38000000000	mm^6
$C_1 =$	1,59	-	$W_{pl,y} =$	367000	mm^3
$C_2 =$	1,00	-	$W_{pl,z} =$	73900	mm^3
$C_3 =$	1,00	-	$G =$	81000	MPa
$z_a =$	120,0	mm	$E =$	210000	MPa
$z_s =$	0,0	mm	$f_y =$	355	MPa
$z_g =$	120,0	mm	$\kappa_{wt} =$	2,10	-
$z_j =$	0,0	mm	$\zeta_g =$	3,12	-
$\psi_f =$	0		$\zeta_j =$	0,00	-
$h_f =$	230,2	mm			
$I_{fc} =$	1411200	mm^4			
$I_{ft} =$	1411200	mm^4			
$\mu_{cr} =$	1,758	-			
$M_{cr} =$	336710166	Nmm	$\beta =$	1,00	-
$\lambda_{LT} =$	0,622	-	$\alpha_{LT} =$	0,34	-
$\Phi_{LT} =$	0,765	-	$\lambda_{LT,0} =$	0,20	-
$\chi_{LT} =$	0,826	-	$\gamma_{M1} =$	1,00	-
$M_{y,Rk} =$	130285000	Nmm	$M_{y,Ed} =$	44760000	Nmm
$M_{z,Rk} =$	26234500	Nmm	$M_{z,Ed} =$	0	Nmm

$$M_{b,Rd} = 107,59 \text{ kNm}$$

$M_{Ed} / M_{b,Rd}$	$\leq$	1,0
0,42	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Posouzení mezního stavu použitelnosti
(průhyb jen od stálého zatížení)

$$\delta_{max} = L/250 = 6300 / 250 = 25,2 \text{ mm}$$

$$\delta = 6,4 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
25,2	$>$	6,4
VYHOVUJE		

δ_{max}	$\geq$	δ
20,0	$>$	6,4
VYHOVUJE		

$\delta \leq 20 \text{ mm} \rightarrow$ není nutno uvažovat zvětšenou tloušťku desky vlivem průhybu.

provozní stav - působí ocelobetonový nosník

Zatížení

stálé

popis

$$F_k, f_k \quad \gamma_F \quad F_d, f_d$$

	[kN, kN/m]	[-]	[kN, kN/m]
reakce od stropnic [kN]	21,70	1,35	29,29
vl. Tíha [kN/m]	0,31	1,35	0,41
SDK příčka W 116 Knauf	1,39	1,35	1,87
$\gamma \cdot h = 0,51 \cdot 2,72$ [kN/m]			
stálé celkem [kN/m]	1,69	1,35	2,29
užitné			
užitné - kat. B	14,18	1,50	21,26
$q_k \cdot b_c = 5,25 \cdot 2,7$			
celkem [kN]	21,70		29,29

Největší kladný ohybový moment:

Z kombinace: 1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS4 + 0,79 ZS10 + 0,90 ZS17

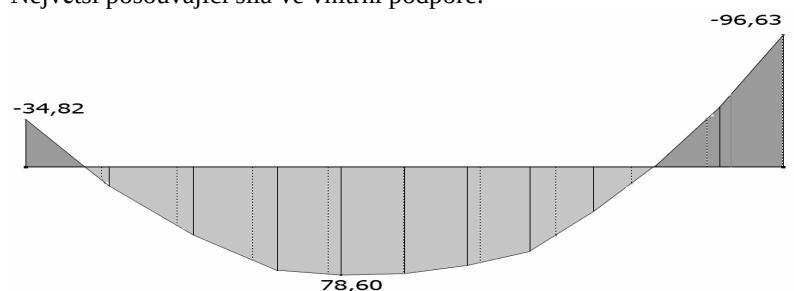
$$M_{Ed} = 92,64 \text{ kNm}$$

Největší záporný ohybový moment ve vnitřní podpoře:

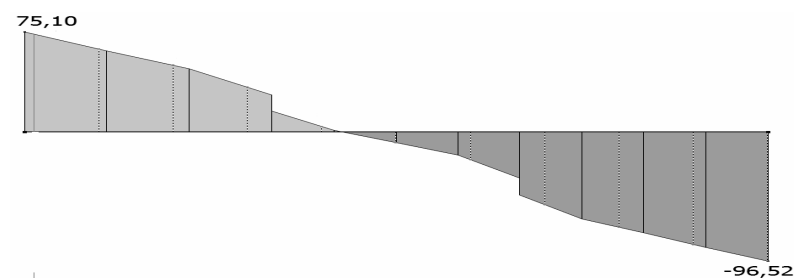
Z kombinace: 1,35 ZS1 + 1,35 ZS2 + 1,50 ZS5 + 0,79 ZS10 + 0,90 ZS15

$$M_{Ed} = -96,63 \text{ kNm}$$

Největší posouvající síla ve vnitřní podpoře:



$$\text{v kombinaci s } M_{Ed} \quad V_{Ed} = 96,52 \text{ kN}$$



Posouzení mezního stavu únosnosti

posouzení průřezu na smyk

$$V_{pl,Rd} = A_V \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 1547,5 \frac{355}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 317,18 \text{ kN}$$

$$A_V = 1,04 \cdot h \cdot t_w = 1,04 \cdot 240 \cdot 6,2 = 1547,5 \text{ mm}^2$$

$V_{Ed} / V_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,30	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Posouzení uprostřed pole na kladný ohybový moment:

Spolupůsobící šířka desky:

	$L_e = 0,7 L = 4410 \text{ mm}$ $b_{eff} = b_{e1} + b_{e2} + b_0 = 1183 \text{ mm}$ $b_{e1} = b_{e2} = L_e/8 = 551 \text{ mm}$ $b_0 = 80 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$ $b_0 \geq 4 d = 76 \text{ mm}$ $e_d = 20 \text{ mm} \geq 20 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$ $e_d \leq 9 t_f \cdot \varepsilon = 71,8 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$ Poloha neutrální osy: předpokládaná poloha NO v betonové desce: $x = \frac{A_a f_y / \gamma_{M0}}{b_{eff} 0,85 f_{ck} / \gamma_c} = 82,9 \text{ mm}$ $x > h_f = 70 \text{ mm}$ předpoklad neplatí, NO leží v ocelovém profilu: Únosnosti částí průřezu se stanoví následovně: $N_a = A_a f_y / \gamma_{M0} =$ $N_a = 3910 \cdot 355 / 1,0 = 1388,05 \text{ kN}$ $N_{c1} = 0,85 \cdot A_{c1} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$ $N_{c1} = 0,85 \cdot (1183 \cdot 70) \cdot 25 / 1,50 = 1172,65 \text{ kN}$ $A_{c2} = 14197,1 \text{ mm}^2$ $N_{c2} = 0,85 \cdot A_{c2} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$ $N_{c2} = 0,85 \cdot 14197,1 \cdot 25 / 1,50 = 201,13 \text{ kN}$ $N_a = 1388,05 \text{ kN} > N_{c1} + N_{c2} = 1373,77 \text{ kN}$ Poloha NO se určí z rovnováhy sil, tahová síla se musí rovnat tlakové: $N_+ = N_- = (1388,05 + 1373,77)/2 = 1380,91 \text{ kN}$ Tlaková síla v ocelovém profilu: $N_{a1} = 1380,91 - 1373,77 = 7,14 \text{ kN}$ $x' = 7,14 \cdot 10^3 / (120 \cdot 355 / 1,0) = 0,2 \text{ mm}$ $x' < t_f = 9,8 \text{ mm}$ NO leží v pásnici Únosnost v ohybu: $z = 70/2 + 71,38 + 240/2 = 226,4 \text{ mm}$ $z_1 = 70/2 + 71,38 + 0,2/2 = 106,5 \text{ mm}$ $z_2 = 70/2 + 32,5 = 67,5 \text{ mm}$ $M_{pl,Rd} = N_a \cdot z - 2 N_{a1} \cdot z_1 - N_{c2} \cdot z_2 =$ $1388,05 \cdot 10^3 \cdot 226,4 - 2 \cdot 7,14 \cdot 10^3 \cdot 106,5 -$ $- 201,13 \cdot 10^3 \cdot 67,5 = 299,13 \text{ kNm}$
--	--

$M_{Ed} / M_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,31	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Posouzení u vnitřní podpory na záporný ohybový moment:

Spolupůsobící šířka desky:

$$\begin{aligned} L_e &= 0,25 L = 1575 \text{ mm} \\ b_{eff} &= b_{e1} + b_{e2} + b_0 = 474 \text{ mm} \\ b_{e1} &= b_{e2} = L_e / 8 = 197 \text{ mm} \end{aligned}$$

Vlastnosti betonářské

výztuže:

$$\begin{aligned} B &= 550B \\ f_{sk} &= 550 \text{ MPa} \\ f_{sd} &= f_{sk} / \gamma_s = 478,26 \text{ MPa} \\ \gamma_s &= 1,15 - \end{aligned}$$

Krytí betonářské výztuže:

$$\begin{aligned} c_{nom} &= c_{min} + \Delta c_{dev} \\ c_{nom} &= 16 \text{ mm} \\ \emptyset &= 6 \text{ mm} \\ c_{min} &= \emptyset = 6 \text{ mm} \\ \Delta c_{dev} &= 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

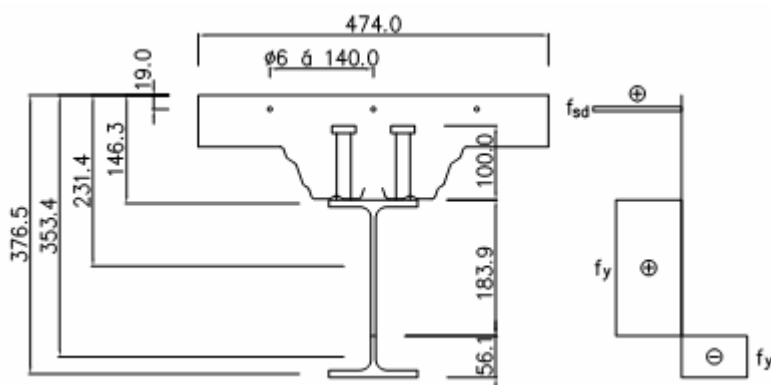
$$\begin{aligned} \text{vzdálenost od horního okraje:} \quad a_s &= 19 \text{ mm} \\ \text{počet profilů na šířce } b_{eff}: \quad n &= 3 - \\ \text{plocha výztuže na šířce } b_{eff}: \quad A_s &= 95,68 \text{ mm}^2 \\ s_{max,slabs} &\leq 2h = 140 \text{ mm} \\ \text{minimální světlá vzdálenost výztuže:} &= 20 \text{ mm} \\ s &= 140 \text{ mm} \end{aligned}$$

VYHOVUJE

$$\begin{aligned} N_a &= A_a \cdot f_y / \gamma_{M0} = 1388,05 \text{ kN} \\ N_s &= A_s \cdot f_{sd} = 45,76 \text{ kN} \end{aligned}$$

Poloha NO se určí z rovnováhy sil, tahová síla se musí rovnat tlakové:

$$N_+ = N_- = (N_a + N_s) / 2 = 716,90 \text{ kN}$$



Tahová síla v ocelovém profilu:

$$\begin{aligned} N_{a1} &= N_+ - N_s = 671,15 \text{ kN} \\ A_f &= 1176,0 \text{ mm}^2 \\ A_{w1} &= (N_{a1} - A_f f_y) / f_{y,red} = 715,6 \text{ mm}^2 \\ A_{a1} &= A_f + A_{w1} = 1891,6 \text{ mm}^2 \\ c_{f1} &= 146,7 \text{ mm} \\ c_{w1} &= 231,4 \text{ mm} \\ N_{f1} &= A_f f_y = 417,48 \text{ kN} \\ N_{w1} &= A_{w1} f_{y,red} = 254,03 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tlaková síla v ocelovém profilu:

$$\begin{aligned} N_{a2} &= N_a - N_{a1} = 716,90 \text{ kN} \\ A_{a2} &= A_a - A_{a1} = 2018,4 \text{ mm}^2 \\ c_{f2} &= 376,0 \text{ mm} \\ c_{w2} &= 353,4 \text{ mm} \\ N_{f2} &= N_{f1} = 417,48 \text{ kN} \\ N_{w2} &= (A_a - 2A_f - A_{w1}) f_{y,red} = 299,06 \text{ kN} \end{aligned}$$

NO leží ve stojně

Únosnost v ohybu:

$$\begin{aligned} c_{f1} - a_s &= 127,7 \text{ mm} \\ c_{w1} - a_s &= 212,4 \text{ mm} \\ c_{f2} - a_s &= 357,0 \text{ mm} \\ c_{w2} - a_s &= 334,4 \text{ mm} \\ M_{pl,Rd} &= N_{f2}(c_{f2} - a_s) + N_{w2}(c_{w2} - a_s) - \\ &N_{w1}(c_{w1} - a_s) - N_{f1}(c_{f1} - a_s) = 141,78 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$M_{Ed} / M_{pl,Rd}$	$\leq$	1,0
0,68	$<$	1,0
VYHOVUJE		

Sprážení

trny ve 2 řadách:

$$\begin{aligned} d &= 19,0 \text{ mm} \\ h_{sc} &= 100,0 \text{ mm} \geq 3d \quad \text{VYHOVUJE} \\ &h_{sc} \leq h_p + 75 \quad \text{VYHOVUJE} \\ d_h &= 32,0 \text{ mm} \geq 1,5d \quad \text{VYHOVUJE} \\ h_h &= 10,0 \text{ mm} \geq 0,4d \quad \text{VYHOVUJE} \\ h_{sc} / d &= 5,26 - \\ d / t_f &= 1,94 \leq 2,50 \quad \text{VYHOVUJE} \\ \alpha &= 1,00 - \end{aligned}$$

ocel S t 37-3K

$$\begin{aligned} f_u &= 360 \text{ MPa} \\ f_y &= 235 \text{ MPa} \\ f_u / f_y &= 1,53 \geq 1,20 \quad \text{VYHOVUJE} \\ \gamma_v &= 1,25 - \\ f_{ck} &= 25 \text{ MPa} \\ E_{cm} &= 31000 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$P_{Rd} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm}) / \gamma_v}$$

	$P_{Rd} = 0,29 \cdot 1 \cdot 19^2 \cdot \sqrt{(25 \cdot 31000)} / 1,25$ $P_{Rd} = 73,73 \text{ kN}$
	$P_{Rd} = 0,8 \cdot f_u / \gamma_v \cdot (\pi \cdot d^2) / 4$ $P_{Rd} = 0,8 \cdot 360 / 1,25 \cdot (\pi \cdot 19^2) / 4$ $P_{Rd} = 65,33 \text{ kN}$
	$n_r = 2 -$
	$b_0 = 201 \text{ mm}$
	$k_l = 0,68 \leq 1,0$
	$\min P_{Rd} \cdot k_l = 44,25 \text{ kN}$
	$F_{cf} = V_l = 1373,77 \text{ kN}$
	$n_f = V_l / \min P_{Rd} \cdot k_l = 31,0 \text{ ks} \quad \text{celkem ks: } 56$
	$(L/2) / (n_f / n_r) = 203 \text{ mm} \quad \text{úplné spřažení}$
	$4d = 76,0 \text{ mm}$
	$s_t = 80,0 \text{ mm} \geq 4d \quad \text{VYHOVUJE}$
	$5d = 95 \text{ mm}$
	$s_l = 200 \text{ mm} \geq 5d \quad \text{VYHOVUJE}$
	$15 t_f \cdot \varepsilon = 119,6 \text{ mm}$
	<u>Mezní stav použitelnosti</u> Posoudí se průhyb spřaženého nosníku za předpokladu pružného působení. Účinný modul pružnosti betonu je uvažován s vlivem dotvarování betonu:
	$E'_c = E_{cm} / 2 = 15500 \text{ MPa}$
	pracovní součinitel: $n = E_a / E_c = 6,77 -$
	poloha neutrální osy: $c_a = h_f + h_p + h/2 = 261,4 \text{ mm}$ $A_{c2} = 14197,1 \text{ mm}^2$ $e_1 = \frac{A_a \cdot c_a + \frac{1}{n} \cdot (A_{c1} \cdot c_{c1} + A_{c2} \cdot c_{c2})}{A_a + \frac{1}{n} \cdot (A_{c1} + A_{c2})}$ $e_1 = \frac{6260 \cdot 261,4 + \frac{1}{6,77} \cdot (70 \cdot 1655 \cdot \frac{70}{2} + 14197,1 \cdot (70 + 32,5))}{6260 + \frac{1}{6,77} \cdot (70 \cdot 1655 + 14197,1)}$ $e_1 = 91,3 \text{ mm}$
	Moment setrvačnosti ideálního průřezu: $z_a = c_a - e_1 = 170,1 \text{ mm}$ $z_{c1} = e_1 - c_{c1} = 56,3 \text{ mm}$ $z_{c2} = e_1 - c_{c2} = 53,8 \text{ mm}$ $I_i = I_a + A_a \cdot z_a^2 + 1/n \cdot (I_{c1} + A_{c1} \cdot z_{c1}^2 + I_{c2} + A_{c2} \cdot z_{c2}^2)$

$$I_i = 3892 \cdot 10^4 + 3910 \cdot 170,1^2 + 1/6,77 \cdot (1/12 \cdot 1183 \cdot 70^3 + 1183 \cdot 70 \cdot 56,3^2 + 14197,1 \cdot 53,8)$$

$$I_i = 201820048,7 \text{ mm}^4$$

Je nutno prověřit, zda se nosník chová pružně:

montážní stav (jen stálé zatížení):

$$M_{Gk} = 15,69 \text{ kNm}$$

provozní stav (jen nahodilé zatížení):

$$M_{Qk} = 20,23 \text{ kNm}$$

Normálové napětí v dolních vláknech ocelového nosníku:

$$e_2 = h_f + h_p + h - e_1 = 290,1 \text{ mm}$$

$$\sigma_2 = \frac{15,69 \cdot 10^6}{324333,3} + \frac{20,23 \cdot 10^6}{201820048,7} \cdot 290,1 = 77,45 \text{ MPa}$$

σ_2 / f_y	$\leq$	1,0
0,22	<	1,0
VYHOVUJE		

Normálové napětí v horních vláknech betonové desky:

$$\sigma_1 = \frac{20,23 \cdot 10^6}{6,77 \cdot 201820048,7} \cdot 91,3 = 1,35 \text{ MPa}$$

$\sigma_1 / 0,85 \cdot f_{ck}$	$\leq$	1,0
0,06	<	1,0
VYHOVUJE		

Průhyb spřaženého nosníku:

reakce od příbytku stálého zatížení od skladby SK1:

$$G_k = 2,66 \cdot 2,7 = 7,18 \text{ kN}$$

$$\delta = 6,2 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = L/300 = 21 \text{ mm}$$

δ_{max}	$\geq$	δ
21,0	>	6,2
VYHOVUJE		

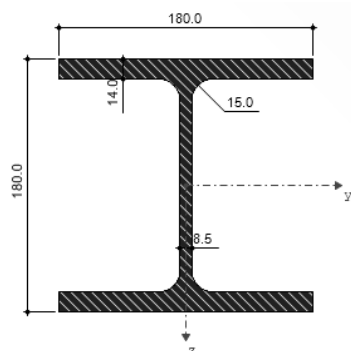
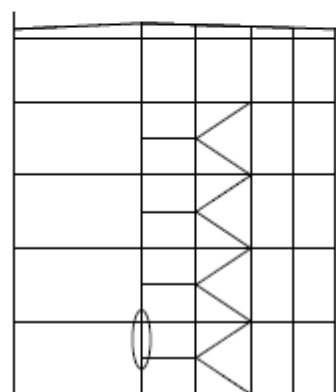
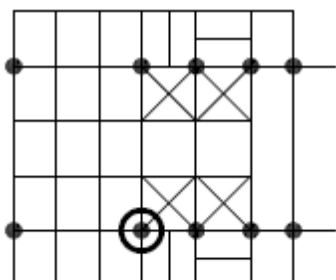
Celkový průhyb spodní hrany ocelového nosníku je:

$$\delta = 6,4 + 6,2 = 12,6 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = L/250 = 25,2 \text{ mm}$$

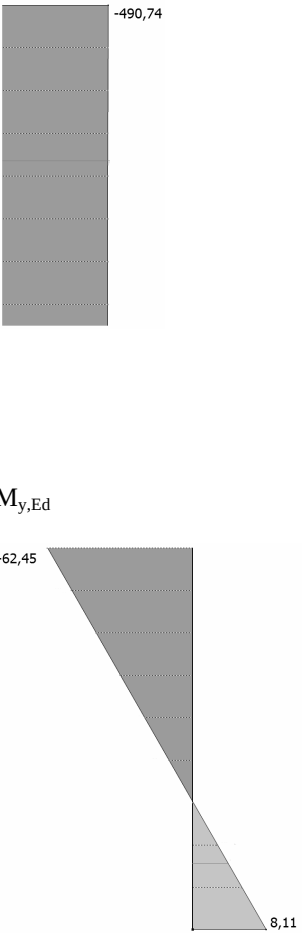
δ_{max}	$\geq$	δ
25,2	>	12,6
VYHOVUJE		

C.4.28. Sloup S2 v zóně 2 – Varianta 2



HEB 180

N_{Ed}

	Max. kombinace pro MSÚ tlak + ohyb:					
	TLAK - VZPĚR CELISTVÝCH PRUTŮ					
	$f_y =$	355	MPa			
	$E =$	210000	MPa	$N_{Ed} =$	490,74	kN
	$G =$	81000	MPa			
	$A =$	5425	mm ²			
	$I_y =$	24920000	mm ⁴	$i_y =$	67,8	mm
	$I_z =$	8892000	mm ⁴	$i_z =$	40,5	mm
	$I_p =$	33812000	mm ⁴	$i_p =$	78,9	mm
	$I_0 =$	33812000	mm ⁴	$i_0 =$	78,9	mm
	$I_w =$	47940000000	mm ⁶	$a_y =$	0,0	mm
	$I_t =$	312400	mm ⁴	$a_z =$	0,0	mm
				$a =$	0,0	mm
	Délka 1800 vlivem mezipodestové desky					
	$L =$	1800,0	mm			
	$l_{cr,y} =$	7200,0	mm	$\beta_y =$	4,0	-
	$l_{cr,z} =$	3600,0	mm	$\beta_z =$	2,0	-
	$l_{cr,T} =$	3600,0	mm	$\beta_T =$	2,0	-
	$\lambda_y =$	106,233	-	$\gamma_{M1} =$	1,00	-
	$\lambda_z =$	88,921	-	$\alpha =$	0,49	-
	$\lambda_T =$	46,103	-			
	$N_{cr,y} =$	996327,43	N	$N_{cr} =$	996,33	kN
	$N_{cr,z} =$	1422045,50	N			
	$N_{cr,T} =$	5290091,16	N	$N_{Rd} =$	1925,875	kN
	$N_{cr,TF} =$	996327,43	N	$N_{b,Rd} =$	679,51	kN
	$\chi =$	0,353	-			
	$\Phi =$	1,758	-			
	$\lambda =$	1,390	-			
						α
	$\chi_y =$	0,386	$\lambda_y =$ 1,390	$\Phi_y =$	1,67	0,34
	$\chi_z =$	0,451	$\lambda_z =$ 1,164	$\Phi_z =$	1,41	0,49
	KLOPENÍ					
	$L =$	1800	mm	$I_t =$	312400	mm ⁴
	$k_y =$	1,0	-	$I_y =$	24920000	mm ⁴
	$k_z =$	0,7	-	$I_z =$	8892000	mm ⁴
	$k_w =$	1,0	-	$I_w =$	47940000000	mm ⁶
	$C_1 =$	1,90	-	$W_{pl,y} =$	481400	mm ³
	$C_2 =$	1,00	-	$W_{pl,z} =$	231000	mm ³
	$C_3 =$	0,53	-	$G =$	81000	MPa
	$z_a =$	0,0	mm	$E =$	210000	MPa
	$z_s =$	0,0	mm	$f_y =$	355	MPa
	$z_g =$	0,0	mm	$\kappa_{wt} =$	1,10	-

$z_j =$	0,0	mm	$\xi_g =$	0,00	-															
$\psi_f =$	0		$\xi_j =$	0,00	-															
$h_f =$	166	mm																		
$I_{fc} =$	6804000	mm ⁴																		
$I_{ft} =$	6804000	mm ⁴																		
$\mu_{cr} =$	4,037	-																		
$M_{cr} =$	1531530316	Nmm	$\beta =$	1,00	-															
$\lambda_{LT} =$	0,334	-	$\alpha_{LT} =$	0,21	-															
$\Phi_{LT} =$	0,570	-	$\lambda_{LT,0} =$	0,20	-															
$\chi_{LT} =$	0,969	-	$\gamma_{M1} =$	1,00	-															
$M_{y,Rk} =$	170897000	Nmm	$M_{y,Ed} =$	62450000	Nmm															
$M_{z,Rk} =$	82005000	Nmm	$M_{z,Ed} =$	0	Nmm															
$M_{b,Rd} =$	165667916	Nmm																		
$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,ED}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,ED}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0 \quad (6.61)$																				
$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,ED}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,ED}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0 \quad (6.62)$																				
			$C_{my} =$	0,400	$\mu_y =$ 0,627															
			$C_{mz} =$	0,000	$\mu_z =$ 0,776															
			$C_{mLT} =$	0,400																
<table><tr><th colspan="3">Tabulka B.2</th></tr><tr><td>$k_{yy} =$ 0,611</td><td>(6.61)</td><td>(6.62)</td></tr><tr><td>$k_{yz} =$ 0,000</td><td>... ≤ 1,0</td><td>... ≤ 1,0</td></tr><tr><td>$k_{zy} =$ 0,624</td><td>0,89 < 1,0</td><td>0,80 < 1,0</td></tr><tr><td>$k_{zz} =$ 0,000</td><td>VYHOVUJE</td><td>VYHOVUJE</td></tr></table>						Tabulka B.2			$k_{yy} =$ 0,611	(6.61)	(6.62)	$k_{yz} =$ 0,000	... ≤ 1,0	... ≤ 1,0	$k_{zy} =$ 0,624	0,89 < 1,0	0,80 < 1,0	$k_{zz} =$ 0,000	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Tabulka B.2																				
$k_{yy} =$ 0,611	(6.61)	(6.62)																		
$k_{yz} =$ 0,000	... ≤ 1,0	... ≤ 1,0																		
$k_{zy} =$ 0,624	0,89 < 1,0	0,80 < 1,0																		
$k_{zz} =$ 0,000	VYHOVUJE	VYHOVUJE																		
$n_y =$	0,660	$\Delta M_{y,Ed} =$	0,00	Nmm																
$n_z =$	0,564	$\Delta M_{z,Ed} =$	0,00	Nmm																

Celková hmotnost konstrukce

popis	hmotnost [t]
Σ nosné průřezy	197,0
3% prořez	5,9
2% výztuhy, příruby	3,9
1% svary	2,0
2% spoj. prostředky	3,9
Celková hmotnost	212,8

D. Srovnání variant

D.1. Výkaz materiálu

D.1.1. Varianta 1

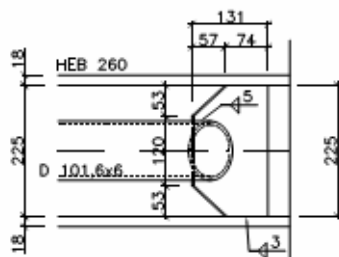
Pol. č.	Průřez	n [-]	L [m]	ΣL [m]	A [m²]	V [m³]	ρ [kg/m]	m [kg]	Σm [t]
1	3 - HEB 260	126	3,60	453,60	680,40	5,37	92,94	334,60	42,159
2	8 - HEB 180	80	3,60	288,00	299,52	1,88	51,22	184,40	14,752
3	8 - HEB 180	64	1,80	115,20	119,81	0,75	51,22	92,20	5,901
4	2 - IPE 330	84	6,30	529,20	661,50	3,31	49,15	309,64	26,010
5	7 - IPE 240	24	6,30	151,20	139,10	0,59	30,71	193,47	4,643
6	1 - IPE 200	236	8,10	1911,60	1471,93	5,44	22,36	181,09	42,737
7	1 - IPE 200	24	2,70	64,80	49,90	0,18	22,36	60,36	1,449
8	14 - IPE 140	120	2,70	324,00	178,20	0,53	12,90	34,82	4,179
9	6 - IPE 140	80	2,70	216,00	118,80	0,35	12,90	34,82	2,786
10	14 - IPE 140	24	2,10	50,40	27,72	0,08	12,90	27,08	0,650
11	14 - IPE 140	32	1,35	43,20	23,76	0,07	12,90	17,41	0,557
12	5 - UPE 100	24	3,60	86,40	34,73	0,11	9,81	35,32	0,848
13	20 - RO 101.6x6.0	33	5,46	180,25	57,50	0,32	14,13	77,18	2,547
14	21 - RO 101.6x8.0	32	4,78	153,07	48,83	0,36	18,45	88,24	2,824
15	23 - UPE 180	8	4,50	36,00	23,00	0,09	19,70	88,67	0,709
16	17 - RD 20	16	4,50	72,00	4,52	0,02	2,46	11,09	0,177
17	22 - RO 101.6x5.0	16	4,82	77,08	24,59	0,12	11,93	57,48	0,920
18	4 - UPE 160	32	3,24	103,84	60,12	0,23	17,03	55,28	1,769
19	18 - L 65x65x9	118	3,42	403,69	101,73	0,44	8,63	29,54	3,486
20	18 - L 65x65x9	68	2,70	183,60	46,27	0,20	8,64	23,31	1,585
21	18 - L 65x65x9	4	3,82	15,28	3,85	0,02	8,64	32,98	0,132
22	3 - HEB 260	14	3,79	53,05	79,57	0,63	92,94	352,16	4,930
23	20 - RO 101.6x6.0	6	5,50	33,00	10,53	0,06	14,13	77,70	0,466
24	21 - RO 101.6x8.0	8	4,95	39,58	12,62	0,09	18,45	91,26	0,730
25	20 - RO 101.6x6.0	1	5,54	5,54	1,77	0,01	14,13	78,24	0,078
26	23 - UPE 180	2	4,11	8,22	5,25	0,02	19,70	81,00	0,162
27	17 - RD 20	4	4,11	16,44	1,03	0,01	2,46	10,13	0,041
28	22 - RO 101.6x5.0	4	4,99	19,94	6,36	0,03	11,93	59,48	0,238
29	8 - HEB 180	4	3,90	15,61	16,24	0,10	51,22	199,92	0,800
30	8 - HEB 180	6	3,97	23,80	24,75	0,16	51,22	203,14	1,219
31	8 - HEB 180	6	4,05	24,28	25,25	0,16	51,22	207,29	1,244
32	8 - HEB 180	6	4,13	24,77	25,76	0,16	51,22	211,44	1,269
33	8 - HEB 180	6	3,84	23,04	23,96	0,15	51,22	196,69	1,180
34	12 - IPE 240	2	8,10	16,20	14,90	0,06	30,71	248,74	0,497
35	12 - IPE 240	18	0,70	12,60	11,59	0,05	30,71	21,50	0,387
36	12 - IPE 240	2	1,40	2,80	2,58	0,01	30,71	42,99	0,086
37	12 - IPE 240	18	1,30	23,40	21,53	0,09	30,71	39,92	0,719

38	12 - IPE 240	4	1,10	4,40	4,05	0,02	30,71	33,78	0,135
39	13 - UPE 180	7	2,70	18,90	12,08	0,05	19,70	53,20	0,372
40	9 - IPE 240	38	6,30	239,51	220,35	0,94	30,71	193,56	7,355
41	9 - IPE 240	38	3,15	119,75	110,17	0,47	30,71	96,78	3,678
42	11 - IPE 240	6	6,31	37,84	34,81	0,15	30,71	193,67	1,162
43	10 - IPE 180	12	2,70	32,41	22,69	0,08	18,80	50,78	0,609
44	10 - IPE 180	6	2,10	12,61	8,82	0,03	18,80	39,50	0,237
45	11 - IPE 240	2	4,20	8,40	7,73	0,03	30,71	129,04	0,258
46	5 - UPE 100	6	3,10	18,60	7,48	0,02	9,81	30,42	0,183
47	12 - IPE 240	8	5,50	44,00	40,48	0,17	30,71	168,90	1,351
48	12 - IPE 240	2	7,00	14,00	12,88	0,05	30,71	214,96	0,430
49	12 - IPE 240	2	1,50	3,00	2,76	0,01	30,71	46,06	0,092
50	16 - UPE 200	8	6,30	50,40	35,13	0,15	22,77	143,42	1,147
51	16 - UPE 200	4	2,10	8,40	5,85	0,02	22,76	47,81	0,191
52	16 - UPE 200	11	2,70	29,70	20,70	0,09	22,76	61,47	0,676
53	16 - UPE 200	11	8,10	89,10	62,10	0,26	22,76	184,40	2,028
54	12 - IPE 240	2	4,20	8,40	7,73	0,03	30,71	128,98	0,258
55	12 - IPE 240	8	6,70	53,60	49,31	0,21	30,71	205,75	1,646
56	12 - IPE 240	2	6,00	12,00	11,04	0,05	30,71	184,26	0,369
Σ		1529	228	6606		25		6297	197

D.1.2 Varianta 2

Celková hmotnost konstrukce

popis	hmotnost [t]
Σ nosné průřezy	193,9
3% prořez	5,8
2% výztuhy, příruby	3,9
1% svary	1,9
2% spoj. prostředky	3,9
Celková hmotnost	209,5



Pol. č.	Průřez	n [-]	L [m]	ΣL [m]	A [m²]	V [m³]	ρ [kg/m]	m [kg]	Σm [t]
1	3 - HEB 260	126	3,60	453,60	680,40	5,37	92,94	334,60	42,159
2	8 - HEB 180	80	3,60	288,00	299,52	1,88	51,22	184,40	14,752
3	8 - HEB 180	64	1,80	115,20	119,81	0,75	51,22	92,20	5,901
4	2 - IPE 300	105	6,30	661,50	767,34	3,56	42,24	266,12	27,942
5	7 - IPE 240	16	6,30	100,80	92,74	0,39	30,71	193,47	3,095
6	24 - IPE 240	10	6,30	63,00	57,96	0,25	30,71	193,47	1,935
7	1 - IPE 200	236	8,10	1911,60	1471,93	5,44	22,36	181,09	42,737
8	1 - IPE 200	24	2,70	64,80	49,90	0,18	22,36	60,36	1,449
9	14 - IPE 140	124	2,70	334,80	184,14	0,55	12,90	34,82	4,318
10	6 - IPE 140	80	2,70	216,00	118,80	0,35	12,90	34,82	2,786
11	14 - IPE 140	28	2,10	58,80	32,34	0,10	12,90	27,08	0,758
12	14 - IPE 140	32	1,35	43,20	23,76	0,07	12,90	17,41	0,557
13	5 - UPE 100	24	3,60	86,40	34,73	0,11	9,81	35,32	0,848
14	20 - RO 101.6x6.0	32	5,45	174,47	55,65	0,31	14,13	77,04	2,465
15	23 - UPE 180	8	4,50	36,00	23,00	0,09	19,70	88,67	0,709
16	17 - RD 20	16	4,50	72,00	4,52	0,02	2,46	11,09	0,177
17	4 - UPE 160	32	3,24	103,84	60,12	0,23	17,03	55,28	1,769
18	18 - L 65x65x9	118	3,42	403,69	101,73	0,44	8,63	29,54	3,486
19	18 - L 65x65x9	68	2,70	183,60	46,27	0,20	8,64	23,31	1,585
20	18 - L 65x65x9	4	3,82	15,28	3,85	0,02	8,64	32,98	0,132
21	3 - HEB 260	14	3,79	53,05	79,57	0,63	92,94	352,16	4,930
22	20 - RO 101.6x6.0	6	5,50	33,00	10,53	0,06	14,13	77,70	0,466
23	20 - RO 101.6x6.0	1	5,54	5,54	1,77	0,01	14,13	78,24	0,078
24	20 - RO 101.6x6.0	1	5,46	5,46	1,74	0,01	14,13	77,17	0,077
25	23 - UPE 180	2	4,11	8,22	5,25	0,02	19,70	81,00	0,162
26	17 - RD 20	4	4,11	16,44	1,03	0,01	2,46	10,13	0,041
27	8 - HEB 180	4	3,90	15,61	16,24	0,10	51,22	199,92	0,800
28	8 - HEB 180	6	3,97	23,80	24,75	0,16	51,22	203,14	1,219
29	8 - HEB 180	6	4,05	24,28	25,25	0,16	51,22	207,29	1,244
30	8 - HEB 180	6	4,13	24,77	25,76	0,16	51,22	211,44	1,269
31	8 - HEB 180	6	3,84	23,04	23,96	0,15	51,22	196,69	1,180
32	12 - IPE 240	2	8,10	16,20	14,90	0,06	30,71	248,74	0,497
33	12 - IPE 240	18	0,70	12,60	11,59	0,05	30,71	21,50	0,387
34	12 - IPE 240	2	1,40	2,80	2,58	0,01	30,71	42,99	0,086
35	12 - IPE 240	18	1,30	23,40	21,53	0,09	30,71	39,92	0,719
36	12 - IPE 240	4	1,10	4,40	4,05	0,02	30,71	33,78	0,135
37	13 - UPE 180	7	2,70	18,90	12,08	0,05	19,70	53,20	0,372
38	9 - IPE 240	38	6,30	239,51	220,35	0,94	30,71	193,56	7,355
39	9 - IPE 240	38	3,15	119,75	110,17	0,47	30,71	96,78	3,678

40	11 - IPE 240	6	6,31	37,84	34,81	0,15	30,71	193,67	1,162
41	10 - IPE 180	12	2,70	32,41	22,69	0,08	18,80	50,78	0,609
42	10 - IPE 180	6	2,10	12,61	8,82	0,03	18,80	39,50	0,237
43	11 - IPE 240	2	4,20	8,40	7,73	0,03	30,71	129,04	0,258
44	5 - UPE 100	6	3,10	18,60	7,48	0,02	9,81	30,42	0,183
45	12 - IPE 240	8	5,50	44,00	40,48	0,17	30,71	168,90	1,351
46	12 - IPE 240	2	7,00	14,00	12,88	0,05	30,71	214,96	0,430
47	12 - IPE 240	2	1,50	3,00	2,76	0,01	30,71	46,06	0,092
48	16 - UPE 200	11	2,70	29,70	20,70	0,09	22,76	61,47	0,676
49	16 - UPE 200	2	2,10	4,20	2,93	0,01	22,76	47,81	0,096
50	16 - UPE 200	2	6,30	12,60	8,78	0,04	22,77	143,42	0,287
51	16 - UPE 200	11	8,10	89,10	62,10	0,26	22,76	184,40	2,028
52	12 - IPE 240	2	4,20	8,40	7,73	0,03	30,71	128,98	0,258
53	12 - IPE 240	8	6,70	53,60	49,31	0,21	30,71	205,75	1,646
54	12 - IPE 240	2	6,00	12,00	11,04	0,05	30,71	184,26	0,369
Σ		1492	220	6438	5142	25	1517	6228	194

D.2. Rozhodnutí o výběru varianty

Varianta 2 má mírně výhodnější spotřebu materiálu. Tato varianta má také lepší estetické ztvárnění – absence ztužidel v příčném směru zóny 1. Tato ztužidla Ø100 mm by za prosklenou fasádou byla z exteriéru viditelná a nevytvářela by dobrý dojem ani v interiéru.

Z výše uvedených důvodů volím jako výhodnější variantu 2. Výpočet směrných detailů bude tedy proveden pro variantu 2.

E. Návrh konstrukčních detailů vybrané varianty

E.1. Návrh kotvení ztužidel v zóně 1

$$N_{Ed} = -147,97 \text{ kN}$$

- Návrh 4 koutových svarů pro nasazení na trubku: $a = 5 \text{ mm}$

$$l = \frac{\sqrt{3} \beta_w N_{Ed} \gamma_{M2}}{4a f_u} = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,25 \cdot 147970 \cdot 1,25}{4 \cdot 5 \cdot 510} = 39,26 \text{ mm}$$

Návrh: $l = 40 \text{ mm}$

- Návrh 4 koutových svarů pro připojení ke sloupku: $a = 3 \text{ mm}$

$$l = \frac{\sqrt{3} \beta_w N_{Ed} \gamma_{M2}}{4a f_u} = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,25 \cdot 147970 \cdot 1,25}{4 \cdot 3 \cdot 510} = 65,43 \text{ mm}$$

Návrh: $l = 100 \text{ mm}$

- posouzení styčnickového plechu na tah v nejúžším průřezu:

$$N_{Ed} \leq \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$147,97 \leq \frac{120 \cdot 5 \cdot 355}{1,25} = 170,40 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

E.2. Kloubový přípoj stropnice ST1 k průvlaku P1 v zóně 1

$$V_{Ed} = 119,53/2 = 59,77 \text{ kN}$$

Šroub M12, 8.8.

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$d_0 = 13 \text{ mm}$$

$$f_{ub} = 800 \text{ MPa}$$

$$f_{yb} = 640 \text{ MPa}$$

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

- Posouzení na střih:

$$F_{v,Rd} = 2 \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_2}$$

$$F_{v,Rd} = 2 \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 84,3}{1,25} = 64,74 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 64,72 \geq 59,77$$

VYHOVUJE

- Posouzení na otlačení

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$d_0 = 13 \text{ mm}$$

$$\alpha_b = \min(\alpha_d, f_{ub}/f_u, 1,0)$$

$$\alpha_b = 0,77$$

$$\alpha_d = e_1 / 3d_0 = 30 / 3 \cdot 13 = 0,77$$

- kolmo na směr zatížení

- šrouby krajní

$$k_l = \min(2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5)$$

$$k_l = 2,50$$

- šrouby vnitřní

$$k_l = \min(1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5)$$

$$k_l = 2,5$$

$$F_{b,Ed} = 47,8 \text{ kN}$$

$$k_l = 2,5$$

$$\alpha_b = 0,77$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

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

$$f_{ub} = 800 \text{ MPa}$$

$$F_{b,Rd} = 2 \frac{k_l \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,Rd} = 2 \frac{2,5 \cdot 0,77 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 8}{1,25}$$

$$F_{b,Rd} = 106,34 \geq 59,77$$

VYHOVUJE

Posouzení svarového spoje:

-návrh: 2x svar a = 3 mm

$$F_{w,Ed} = 59,77 \text{ kN}$$

$$a = 3 \text{ mm}$$

$$L = 120 \text{ mm}$$

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,9$$

$$e = 40 \text{ mm}$$

$$M_{Ed} = V_{Ed} \cdot e = 59,77 \cdot 0,04 = 2,39$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_w}{\sqrt{2}} = 117,36$$

$$\sigma_w = \frac{M_{Ed}}{\frac{2 a_w L^2}{6}} = \frac{2,39 \cdot 10^6}{\frac{2 \cdot 3 \cdot 120^2}{6}} = 165,97 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_{Ed}}{2 a_w L} = \frac{59770}{2 \cdot 3 \cdot 120} = 83,01 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{\perp} = 275,26 \leq 453,33$$

VYHOVUJE

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$117,36 \leq 453,33$$

VYHOVUJE

Posouzení styčnickové desky na smyk

$$A_v = 960 \text{ mm}^2$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$V_{pl,Rd} = 157,41 \text{ kN} > F_{v,Ed} = 59,77 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

	Stojina IPE nosníku $F_{v,Ed} = 59,77 \text{ kN}$ $f_u = 510 \text{ MPa}$ $A_{nt} = 5,6 (30-(13/2)) = 131,6 \text{ mm}^2$ $A_{nv} = 5,6 (90-13-13/2) = 394,8 \text{ mm}^2$ $V_{eff,2,Rd} = 0,5 \cdot f_u \cdot A_{nt}/\gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv}/\gamma_{M0}$ $V_{eff,2,Rd} = 107,76 > F_{v,Ed} = 59,77 \text{ kN}$ VYHOVUJE
--	---

Závěr

Při návrhu byla snaha o maximální využití všech prvků konstrukce. Všechny posudky se ohledně využitelnosti pohybují kolem 80 - 90%. Posudky pro mezní stav únosnosti (ULS) byly provedeny v MS Office Excel 2003 s ohledem na dovolená přetvoření – mezní stav použitelnosti (SLS). Prvky nosného systému byly dimenzovány na vnitřní síly z 3D výpočtu, popř. z ručního výpočtu. Všechny navržené ocelové konstrukční prvky jsou válcované. Celková hmotnost vybrané konstrukční varianty 2 činí 209500 kg (209,5 t) při objemu 20010,07 m³. Hmotnost konstrukce na m³ tedy činí 10,47 kg/m³.

Soupis použité literatury

- [1] ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1:
Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitné zatížení pozemních staveb
- [2] ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí - Část 1-3:
Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [3] ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí - Část 1-4:
Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [4] ČSN EN 1993-1-1: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1:
Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [5] ČSN EN 1994-1-1: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – Část 1-1:
Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 1993-1-8: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8:
Navrhování styčníků
- [7] ČSN 01 3483: Výkresy stavebních konstrukcí:
Výkresy kovových konstrukcí
- [8] MAREK, P. a kol.: Kovové konstrukce pozemních staveb, 1. vydání.
Praha : SNTL/ALFA, 1985. 652 s. ISBN 04-729-85
- [9] WALD, F. a kolektiv: Prvky ocelových konstrukcí, příklady podle Eurokódů,
Praha : Vydavatelství ČVUT, 2005. 159 s. ISBN 80-01-02722-8

Seznam příloh

01 PŮDORYS 2.NP – M 1:100.....	124
02 PŮDORYS STŘECHY – M 1:100.....	124
03 PODÉLNÝ A PŘÍČNÝ ŘEZ – M 1:100.....	124
04 DETAIL – KOTVENÍ ZTUŽIDLA Z1 – M 1:10	124
05 DETAIL - KLOUBOVÝ PŘÍPOJ STROPNICE ST1 K PRŮVLAKU P1 M1:10.....	124

Výkresy

01 PŮDORYS 2.NP – M 1:100

02 PŮDORYS STŘECHY – M 1:100

03 PODÉLNÝ A PŘÍČNÝ ŘEZ – M 1:100

04 DETAIL – KOTVENÍ ZTUŽIDLA Z1 – M 1:10

05 DETAIL - KLOUBOVÝ PŘÍPOJ STROPNICE ST1 K PRŮVLAKU P1 M1:10