

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Konstrukce pozemních staveb

Katedra betonových a zděných konstrukcí



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

SPŘAŽENÉ PREFAMONOLITICKÉ BETONOVÉ KONSTRUKCE

Vypracoval: Michal Tauchman

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jitka Vašková, CSc.

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Praha 2018



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Tauchman	Jméno: Michal	Osobní číslo: 438451
Zadávací katedra: K133 - Katedra betonových a zděných konstrukcí		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Spřažené prefamonolitické betonové konstrukce	
Název bakalářské práce anglicky: Composite Concrete Structures	
Pokyny pro vypracování: Souhrn poznatků z literatury - typy, použití a konstrukční řešení spřažených betonových konstrukcí, navrhování, dočasné návrhové situace, příklady realizací spřažených betonových konstrukcí. Návrh a porovnání konstrukčních řešení části zadaného objektu - statické výpočty a výkresová dokumentace vybrané varianty.	
Seznam doporučené literatury: odborné časopisy, další zdroje dle konzultací	
Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Jitka Vašková, CSc.	
Datum zadání bakalářské práce: 22.2.2018	Termín odevzdání bakalářské práce: 27.5.2018 <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)
-----------------------	---------------------

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma SPŘAŽENÉ PREFAMONOLITICKÉ BETONOVÉ KONSTRUKCE zpracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu zdrojů.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Ústřední knihovně Fakulty stavební a Fakulty architektury ČVUT.

V Praze dne

.....

Michal Tauchman

Poděkování

Rád bych poděkoval paní doc. Ing. Jitce Vaškové, CSc. za její odborné vedení, skvělý přístup, užitečné rady a pomoc při zpracování této bakalářské práce.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá návrhem a porovnáním konstrukčních řešení spřažených prefamonolitických konstrukcí beton-beton. Obsahem úvodních částí práce je popis prefamonolitické technologie a souhrn poznatků z literatury. Jsou zde podrobně popsány vybrané typy konstrukcí, jejich použití a konstrukční řešení, navrhování pro trvalé a dočasné návrhové situace včetně příkladů realizací. Hlavní částí práce je návrh konstrukčního řešení spřažené stropní konstrukce zadaného objektu. Navrženy a porovnány jsou tři typy spřažených stropních konstrukcí na dvě půdorysné varianty objektu.

Klíčová slova

Beton, spřažení, konstrukce, dílec, typy, realizace, Eurokódy, zatížení, namáhání, návrh, posouzení, porovnání.

Annotation

The thesis is focused on the design and comparison of the construction solutions of concrete – concrete composite structures. The introduction is formed by the description of the technology and the summary of knowledge gained by the literature. It describes closely the chosen structures, its use and construction solutions, structural design for permanent and temporary construction situations and examples of implementation. The main part of the thesis is on structural engineering design solution of the composite slab construction in the assigned building. Design comparisons are made of three types of composite constructions for two variants of the ground plan.

Key words

Concrete, composite, structure, component, types, realization, Eurocodes, load, stress, design, evaluation, comparison.

Obsah

1. Úvod	8
2. Princip prefamonolitických konstrukcí	9
3. Typy spřažených konstrukcí	11
3.1. Stropní konstrukce spřažené prostorovou příhradovou výztuží	11
3.1.1. Popis.....	11
3.1.2. Konstrukční řešení	11
3.1.3. Použití	13
3.1.4. Příklad realizace.....	15
3.2. Stěnové dílce s prostorovou příhradovou výztuží.....	18
3.2.1. Popis.....	18
3.2.2. Konstrukční řešení	19
3.2.3. Použití	20
3.2.4. Příklad realizace.....	22
3.3. Stropní systém Rector	24
3.3.1. Popis.....	24
3.3.2. Konstrukční řešení	25
3.3.3. Použití	27
3.3.4. Příklad realizace.....	28
3.4. Konstrukční systém Sicon	29
3.4.1. Popis.....	29
3.4.2. Konstrukční řešení	30
3.4.3. Použití	30
3.5. Další možnosti použití spřažené konstrukce.....	32
4. Navrhování spřažených konstrukcí	35
4.1. Typy spřahujících prvků	37
4.2. Dělení spřažených betonových konstrukcí	38
4.3. Posouzení smykového napětí ve styčné spáře	40
4.4. Dočasné návrhové situace.....	42
4.4.1. Manipulace s prefabrikovanými prvky.....	43
4.4.2. Montážní podepření a změna statického schématu.....	45
5. Návrh a porovnání konstrukčních řešení části zadaného objektu	48
5.1. Popis objektu.....	49
5.2. Varianta A - Rectorbeton	50

5.3.	Varianta A - Rectorlight	57
5.4.	Varianta A - Filigránová stropní konstrukce	60
5.5.	Varianta B - Rectorbeton	65
5.6.	Varianta B - Rectorlight.....	74
5.7.	Varianta B - Filigránová stropní konstrukce.....	81
5.8.	Porovnání variant konstrukčního řešení	90
5.8.1.	Varianty A.....	90
5.8.2.	Varianty B.....	90
5.8.3.	Zhodnocení variant konstrukčního řešení.....	91
6.	Závěr	92
7.	Literatura	93
Příloha 1:	Výkres skladby - Rectorbeton, Varianta A	96
Příloha 2:	Výkres skladby - Rectorlight, Varianta A	97
Příloha 3:	Výkres skladby - Filigránový strop, Varianta A	98
Příloha 4:	Výkres skladby - Rectorbeton, Varianta B	99
Příloha 5:	Výkres skladby - Rectorlight, Varianta B	100
Příloha 6:	Výkres skladby - Filigránový strop, Varianta B	101

1. Úvod

Obsahem bakalářské práce je problematika spřažené prefamonolitické technologie včetně návrhu spřažené konstrukce. Na začátku práce ve 2. kapitole je popis spřažených prefamonolitických konstrukcí, včetně výhod a nevýhod.

Ve třetí kapitole jsou popsány jednotlivé typy spřažených konstrukcí beton-beton, jejich použití a konstrukční řešení. Popsány jsou „filigránové“ stropní i stěnové konstrukce, stropní systém Rector a konstrukční systém Sicon („Crazy-Brush“). Existují další typy spřažení beton-beton, pro účel popsání spřažených konstrukcí postačí výše uvedené typy, návrhy jsou analogické. Spřahují se i jiné materiály, např. keramika-beton, ocel-beton a dřevo-beton, ale tyto spřažení nejsou obsahem bakalářské práce. Typy prvků jsou doplněny příklady z realizace se stručným popisem a doplňujícími fotografiemi. V závěru kapitoly jsou fotografie dalšího využití spřažených konstrukcí beton-beton.

V další kapitole je rozepsán návrh spřažených konstrukcí. Nejprve stručný popis návrhu, poté výpis prvků zajišťující samotné spřažení monolitu s prefabrikovaným dílcem. Uveden je rozdíl mezi částečně a plně spřaženými konstrukcemi. Do výpočtů oproti návrhu monolitických konstrukcí se zahrnuje i vliv různého stáří betonů, vliv zatížení, smrštění a dotvarování na styčnou spáru. Ve styčné spáře mezi prefabrikovanou a monolitickou částí dochází k přenosu posouvajících sil, posouzení styčné spáry je uvedeno v samostatné podkapitole. Na závěr kapitoly 4. *Navrhování spřažených konstrukcí* jsou podrobně popsány jednotlivé dočasné návrhové situace, které se týkají převážně prefabrikovaných dílců, ale mají vliv i na celou spřaženou konstrukci.

Hlavní částí a podstatou práce je kapitola 5. *Návrh a porovnání konstrukčních řešení části zadaného objektu*. Z názvu kapitoly je patrné, že se zabývá návrhem a porovnáním konstrukčního řešení zadané části objektu, a to stropní deskou rodinného domu. Stropní konstrukce objektu je navržena na dvě varianty vnitřní dispozice, a to systémy Rector (Rectorbeton i Rectorlight) a „filigránovou“ stropní konstrukcí. Celkem šest návrhů je doplněno výkresy skladby stropní konstrukce. Na závěr práce jsou uvedeny rozdíly vycházející z návrhu a jejich porovnání.

2. Princip prefamonolitických konstrukcí

Prefamonolitické konstrukce se navrhují pro zjednodušení a urychlení výstavby s požadovanou kvalitou. Kombinují se dvě technologie provádění, a to monolitická a prefabrikovaná za účelem ponechat co nejvíce výhod z každé technologie a zároveň odstranit co nejvíce nevýhod. Většinou však ulehčením a zrychlením práce na stavbě vzniká náročnější projekční návrh a složitější příprava ve výrobnách mimo staveniště. Dnes se spřažená prefamonolitická technologie běžně využívá na řadu typů konstrukcí. Převážně se uplatňuje v dopravním stavitelství (mostní konstrukce) a v pozemním stavitelství se využívá nejvíce u stropních konstrukcí.

Spřažené prefamonolitické betonové konstrukce jsou tvořeny nosnými prefabrikovanými dílci zároveň tvořícími bednění pro monolitickou část. To je jedna z hlavních předností oproti monolitické technologii, kde se musí zhotovit často složité bednění, časově i finančně náročné. Další výhodou je kvalitní líc povrchu. Funkce prefabrikovaných dílců se často zaměňuje s funkcí ztraceného bednění, toto tvrzení ovšem není pravdivé. Prefabrikovaná část spolupůsobí s monolitickým betonem a společně plní statickou funkci. Se snížením potřeby provádění bednění narůstá rychlost výstavby, což je v dnešní době velmi žádoucí. Prefabrikáty zhotovené ve výrobnách obsahují nosnou výztuž, konstrukční výztuž a částečně zabetonovanou spřahující výztuž. Minimalizuje se tak možnost špatného umístění výztuže na stavbě. Po dokončení monolitické části s doplněnou výztuží vzniká spolupůsobící konstrukce, která v případě plného spřažení staticky odpovídá chování monolitické konstrukce. Možnost doplnění výztuže do monolitické části umožňuje realizovat spojitě konstrukce a prefamonolitická technologie si tak zachovává značnou variabilitu (spřažená konstrukce se může vyztužit tak, aby působila jako spojitá nebo vetknutá). Zmonolitnění prefabrikátů dodává konstrukci značnou tuhost a zvýší odolnost proti výbuchům, zemětřesení a kolapsům konstrukce. I tyto konstrukce mají však některé nevýhody, obdobné monolitickým konstrukcím, jako např. nutná technologická přestávka, vliv klimatu, transport čerstvého betonu na staveniště a pracovní spáry. Nevýhody převzaté z prefabrikované technologie jsou např., potřeba zvedací a manipulační techniky, montážní podepření a omezení rozměrů prefabrikovaných částí způsobené dopravními možnostmi.

Pro návrh spřažené konstrukce bývá rozhodující přenos sil na styku dvou betonů, proto se spára musí při realizaci důkladně očistit a chránit. Důležitý je návrh spřahující výztuže, která přenáší část sil spřažení prefabrikované a monolitické části.

Také se upravuje povrch prefabrikované části, který se podílí na přenosu smykových sil. Podrobněji je toto téma zpracováno v kapitole 4. *Navrhování spřažených konstrukcí*.

Při návrhu průřezu se musí brát v úvahu i montážní stádium a dočasné podepření. Montážní podepření má výrazný vliv na celkovou únosnost spřažené prefamonolitické konstrukce. Podmínkou je, aby prefabrikovaná část unesla i zatížení od nadbetonávky monolitické vrstvy a montážní zatížení. V dočasném stavu je účinná jen prefabrikovaná část konstrukce, na rozdíl od finálního stavu, kdy průřez působí jako celek. Prefabrikáty se navrhují obvykle tak, aby byl prvek co nejlehčí a odpadla potřeba výkonné manipulační a zvedací techniky. S vylehčením předvyrobené části klesají náklady na výrobu, přepravu a osazování. Limitní tloušťka prefabrikované části se udává v několika centimetrech, aby v montážním stavu byla samonosná. Jelikož tenká prefabrikovaná část není schopna přenést tíhu nadbetonované části, často se musí využít montážní podepření. *U spřažených železobetonových konstrukcí je nutné vždy posuzovat také montážní zatěžovací stavy a jejich kombinace podle ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1 Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby [5].* Tato problematika je detailněji rozepsána v kapitole 4.4.2. *Montážní stádium spřažených stropních konstrukcí*.



Obr. 2.1 Příklad realizace spřažené stropní konstrukce [30]



Obr. 2.2 Skladba nosíkového stropního systému Tras [34]

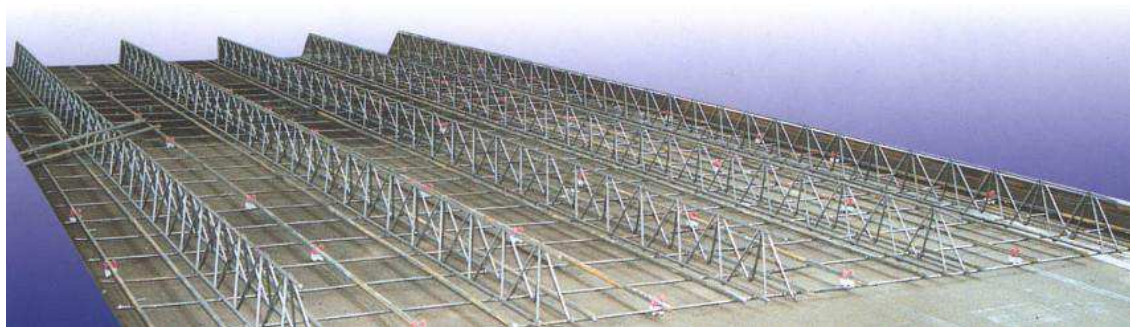
3. Typy spřažených konstrukcí

3.1. Stropní konstrukce spřažené prostorovou příhradovou výztuží

Stropní i stěnové dílce s vyčnívající prostorovou příhradovou výztuží, které jsou popsány v této kapitole a v kapitole 3.2. *Stěnové dílce s prostorovou příhradovou výztuží* se běžně nazývají „filigránové“ panely či „filigránové“ stěny. Název „filigrán“ se obvykle užívá ve zlatnictví, odkud byl převzat. V oboru zlatnictví se název filigrán užívá *pro výzdobnou šperkařskou techniku, při níž je předmět zdoben tenkým stáčeným drátkem ze zlata nebo stříbra a vyžaduje vysokou míru preciznosti a zručnosti, hojně jím byly zdobeny například velkomoravské šperky [22]. Odtud filigránská práce – velmi jemná, drobná a dokonalá práce/dílo, které vyžaduje spoustu umu a šikovnosti [23].* V oblasti prefabrikace se filigránem začala označovat prostorová příhradová výztuž a poté i prefabrikované dílce. Dále se užívá název filigránové panely či stěny.

3.1.1. Popis

Tenké prefabrikované desky s vyčnívající výztuží pro spřažení se používají pro vytvoření železobetonové stropní a střešní deskové konstrukce. Prefabrikované dílce plní funkci nosnou a zároveň tvoří i bednění pro monolitickou vrstvu. V dílcích je zabudovaná nosná ohybová výztuž společně s výztuží spřahující/smykovou. Spřažení mezi prefabrikovanou a monolitickou částí zajišťuje vyčnívající výztuž a zdrsňený horní povrch filigránové desky.

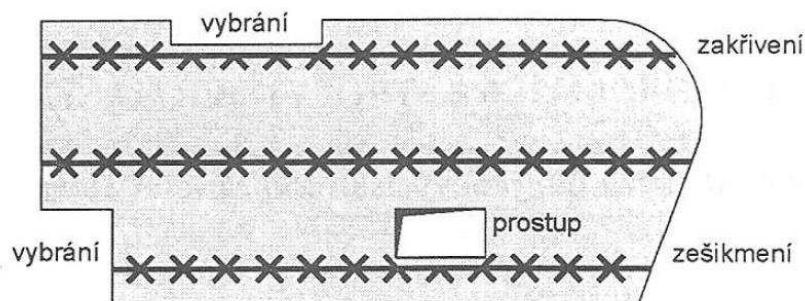


Obr. 3.1 Příklad vyztužení filigránové desky před betonáží [20]

3.1.2. Konstruktivní řešení

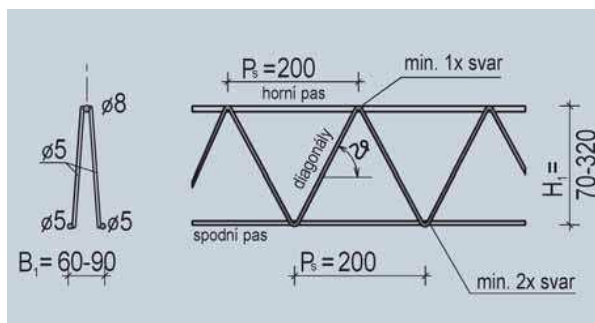
Filigránové desky nejsou vyráběny jako typové prvky, ale podle konkrétních požadavků stavební konstrukce. Jednotlivé desky lze vyrábět v libovolných rozměrech odstupňované po 10 mm, omezené pouze výrobní technologií. Délka se pohybuje v rozmezí od 1,0 m do 8,2 m, šířka desky je max. 2,7 m podle možností výrobců a tloušťka desky závisí na krycí vrstvě betonu a profilu výztuže a pohybuje se mezi 50-100 mm, běžně však 60 mm. Hmotnost desky při tloušťce 60 mm činí 150 kg/m².

Stropní filigránové dílce se vyrábí ve stejné poloze, jako jsou poté umístěny do konstrukce. Desky mohou mít i nepravidelné tvary včetně vybrání, prostupů, zakřivení a zešíkmení. Okraje desky je možné vyvýšit nebo upravit pro osazení schodišťového ramene, např. ozubem. Čela desky mohou být hladká nebo s vyčnívající výztuží.

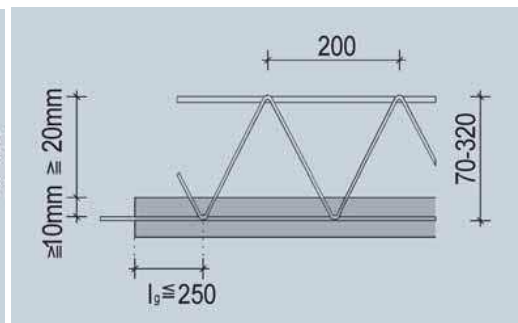


Obr. 3.2 Možné úpravy filigránové desky [1]

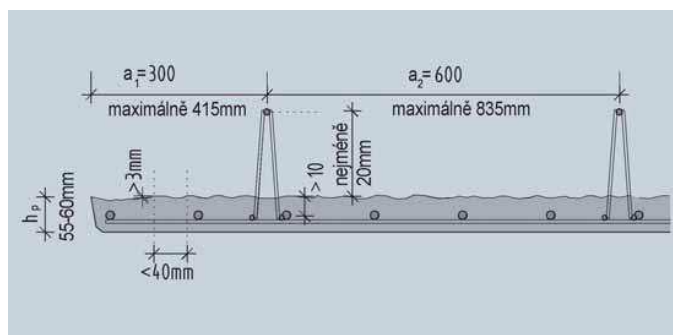
Profily, vzdálenosti a jakost výztuže lze stanovit podle [2]. Obvyklé složení příhradové výztuže je z profilů 5 mm a 8 mm betonářské výztuže B500A (Obr. 3.3). Prefabrikované části se většinou vyrábějí z betonu třídy C25/30 a vyšší s výztuží B500A nebo B500B. Používá se zdrsňená pracovní spára se stanovenými minimálními nerovnostmi [6] a jsou stanoveny maximální vzdálenosti příhradové výztuže od kraje, mezi sebou (Obr. 3.5) a minimální výška nad prefabrikovanou částí (Obr. 3.4).



Obr. 3.3 Vzdálenosti a profily výztuží [2]



Obr. 3.4 Minimální vzdálenosti [2]

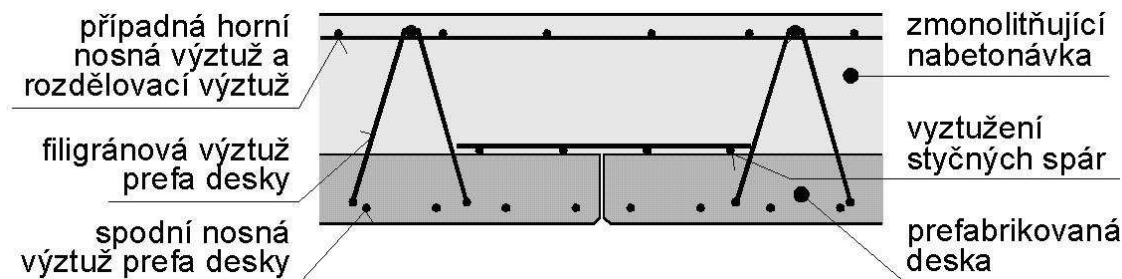


Obr. 3.5 Doporučené a maximální dovolené vzdálenosti [2]

Příhradová výztuž při dočasných návrhových situacích plní funkci nosnou (při manipulaci, montáži a též ve finální poloze před zatvrdnutím nadbetonávky slouží pro přenos ohybového momentu). Po zatvrdnutí nadbetonované části plní příhradová

výztuž funkci spráhující výztuže. Únosnost v ohybu a ve smyku pro příhradovou výztuž stanovil výpočtem a experimentem Ing. Jiří Šmejkal, CSc. viz [2]. *Pro návrh spřažených stropních desek platí ČSN EN 1992-1-1 [5] a ČSN EN 13747 [6] [2].*

Před betonáží monolitické vrstvy se umístí přídatná výztuž podle návrhu. Doplněním výztuže a zmonolitněním zajistíme značnou tuhost a odolnost vůči působení nepříznivými účinky viz kapitola 2. *Princip prefamolitických konstrukcí.*

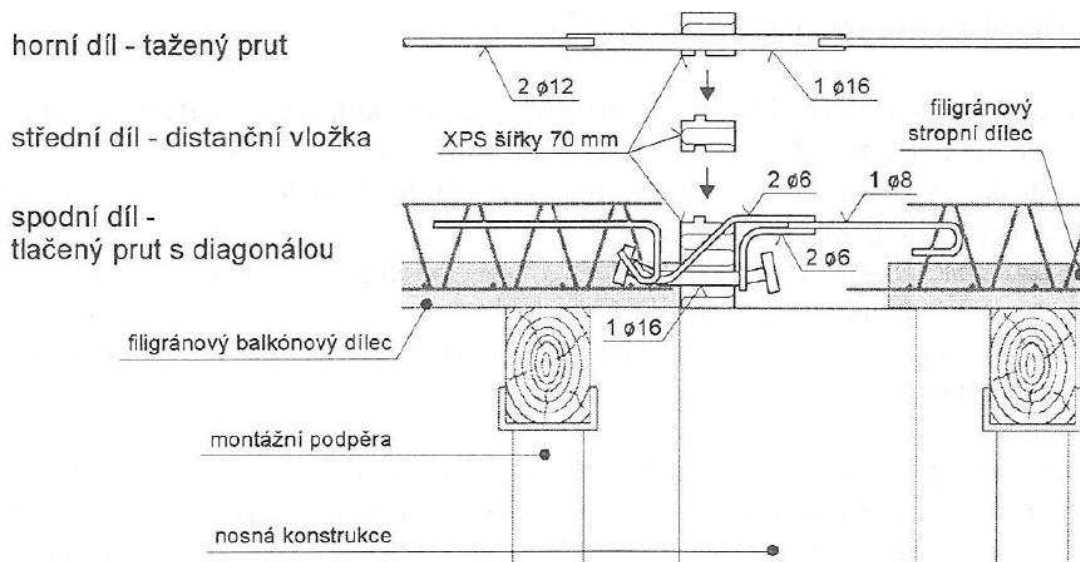


Obr. 3.6 Řez spřaženým stropem s filigránovými panely [20]

Dokumentaci pro výrobu panelů často vytvoří sám výrobce. Při provádění je nutné dodržet minimální uložení, montážní podepření a orientaci desek podle výkresové dokumentace. Podepření musí být vždy liniové, nikoliv bodové.

3.1.3. Použití

Filigránové stropní panely jsou vhodné pro veškeré objekty bytové, průmyslové a občanské výstavby. Používají se pro zastropení téměř libovolného prostoru včetně konzolových přesahů s možností přerušení tepelného mostu.



Obr. 3.7 Řešení tepelného mostu u stropní konstrukce s konzolou pomocí ISO nosníku firmy MEA [1]

Filigránové desky jsou při manipulaci a montáži zavěšeny za částečně zabetonovanou příhradovou výztuží. Mohou mít i speciální montážní úchyty, nejčastěji z betonářské výztuže (Obr. 4.16, kap. 4.4.1). K manipulaci se využívá zvedací technika,

nejlépe s vahadlem, které zajistí rovnoměrné roznesení hmotnosti prvku na všechny úchyty. Manipulace s deskou by měla probíhat při zachycení minimálně za 4 úchyty.



Obr. 3.8 Manipulace s filigránovou deskou - čtyři úchyty [21]

Desky se skladují na rovné a únosné ploše, v maximálním počtu vrstev určeným výrobcem. Mezi deskami musí být vloženy proklady a jejich umístění musí být nad sebou, jinak může dojít k poškození filigránů.



Obr. 3.9 Skladování filigránových desek s proklady [10]

3.1.4. Příklad realizace

Parkovací dům ve Fakultní nemocnici Plzeň



Obr. 3.10 Dokončená stavba Parkovacího domu Fakultní nemocnice v Plzni [26]

Stavba nového parkovacího domu započala počátkem roku 2016 a otevřena byla v říjnu 2017. Jedná se o čtyřpodlažní objekt a celkem je tu 396 parkovacích stání určena pro zaměstnance fakultní nemocnice.



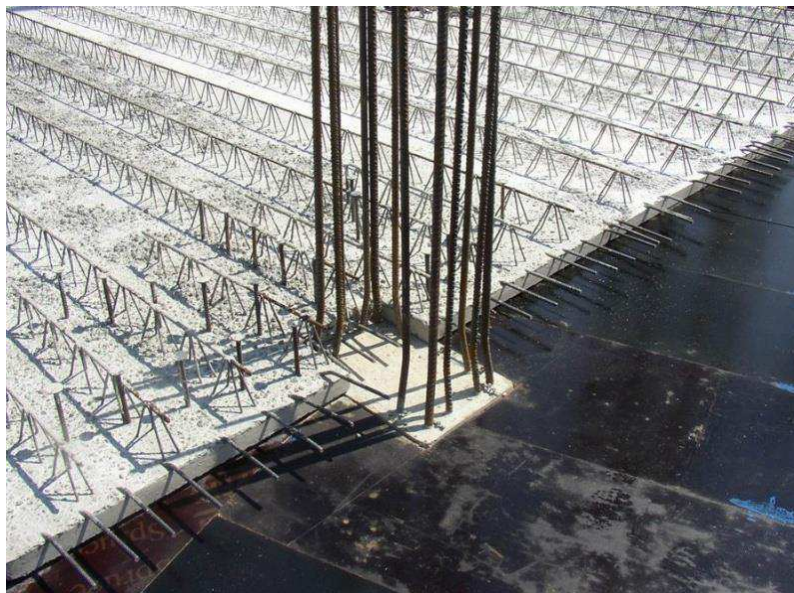
Obr. 3.11 Průběh realizace - skeletový systém s prefamonolitickou spřaženou stropní konstrukcí [27]

Centrum Praha Jih Chodov, Budova A východ

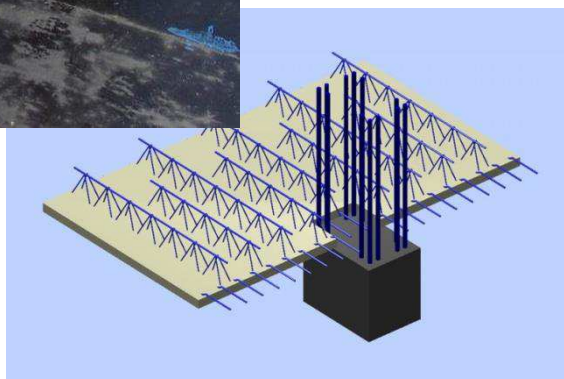


Obr. 3.12 Dokončená stavba obchodního centra Chodov [35]

Budova A je hlavní objekt obchodního centra Chodov v Praze. Stavba byla realizována v letech 2004-2005. Jedná se o šestipodlažní objekt s podzemními garážemi a nadzemními obchodními jednotkami. Příjezd vozidel je zajištěn kruhovou rampou ze dvou stran objektu. Nosnou konstrukci tvoří železobetonový skelet. V podzemních podlažích pro limitovanou konstrukční výšku byly navrženy bezprůvlakové spřažené filigránové stropy, lokálně podepřené.



Obr. 3.13 Napojení filigránových desek na monolitickou desku [36]



Obr. 3.14 Model napojení filigránových desek na sloup [36]



*Obr. 3.15 Napojení
filigránových desek na
sloup[35]*



*Obr. 3.16 Filigránové desky
se smykovou výztuží
u sloupu [36]*

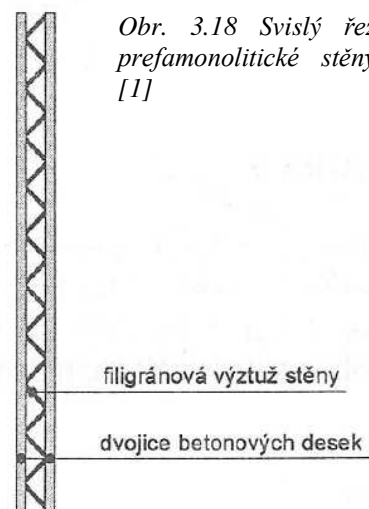


*Obr. 3.17 Přefabmonolitický průvlak před zmonolitněním,
navazující výztuž desky a sloupu [36]*

3.2. Stěnové dílce s prostorovou příhradovou výztuží

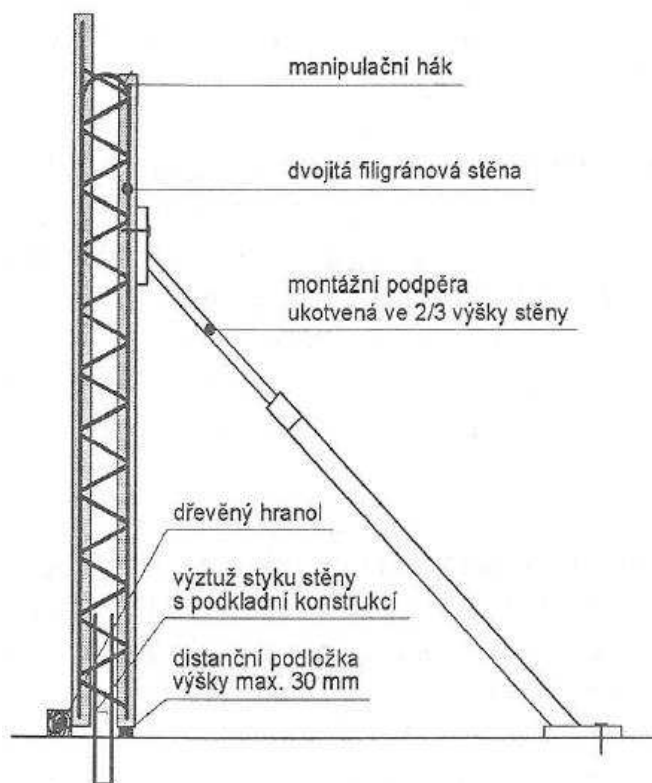
3.2.1. Popis

Filigránové stěny jsou dalším stupněm využití prefabrikovaných dílců typu filigrán. Jsou tvořeny ze dvou tenkých železobetonových desek (obvykle tloušťky 60 mm) z betonu C20/25-C30/37 s vyčnívající prostorovou příhradovou výztuží z oceli B500B zajišťující vzájemnou polohu desek. Jednotlivé desky jsou konstrukčně tvořeny stejným principem jako filigránové stropní dílce. Veškerou nosnou výztuž v příčném i podélném směru obsahují prefabrikované stěnové dílce a mezera mezi dílci slouží k vložení doplňkové výztuže (vyztužení styčné spáry) a dodatečnému vyplnění čerstvým



Obr. 3.18 Svislý řez prefamonolitické stěny [1]

betonem. Stěnové prvky zároveň tvoří bednění. Výhodou je rychlá výstavba s velmi kvalitními pohledovými povrchy na obou lícových stranách bez nutnosti omítání. Na stavbě se vylučují složité armovací práce a potřeba bednění, ale je potřeba zajistit montážní podepření. Rozměry, tvar, otvory, vyztužení atd. jsou variabilní podle výrobce a projektu viz další podkapitola.



Obr. 3.19 Montážní schéma podepření stěnového dílce [1]



Obr. 3.20 Montážní podepření a ukládka stěnového dílce na stavbě [24]

3.2.2. Konstrukční řešení

Po dosažení dostatečné pevnosti monolitického betonu působí filigránové stěny jako monolitické. Tvar a vyztužení desek se provádí individuálně pro každý projekt, stejně jako u stropních desek, s omezením výrobních možností výrobce. Výška prvku odpovídá výšce podlaží, délka může být až 11 m, běžně se však vyrábějí dílce délky cca 2,2 m. Délka a tíha dílců je ovlivněna transportem a zvedacími prostředky. Plošná hmotnost se obvykle pohybuje kolem 300 kg/m². Jeden dílec může dosáhnout hmotnosti až 11 tun.

Výztuž je třeba navrhnout na účinky svislého zatížení z vyšších podlaží a vodorovného zatížení zemním tlakem a větrem. Veškerá nosná výztuž, příčná i podélná je zabudovaná v prefabrikovaných dílcích, do mezer se vkládá pouze doplňková výztuž a čerstvý beton třídy alespoň C16/20 pro zajištění celkové tuhosti konstrukce. Pro urychlení vyztužení se často využívají svařované sítě. Statickým výpočtem je dána tloušťka stěnového dílce, která se obvykle pohybuje v rozmezí 150-400 mm. Tloušťka stěny nemusí být vždy konstantní, ale může být i proměnná a v půdorysném směru se rozbíhá/sbíhá. Krytím výztuže je dána tloušťka jedné části stěny, většinou 50-60 mm a mezera mezi deskami musí být minimálně 50 mm z důvodu správného probetonování čerstvým betonem.

Jednotlivé části stěnového dílce lze vyrábět se vzájemně odlišným tvarem, otvory pro okna, dveře, prostupy a dalšími úpravami. Je potřeba dát pozor na úpravu zabudované výztuže. Vnitřní povrch dílců bývá zdrsněn viz. kapitola 4.1. pro zajištění dokonalé soudržnosti a interakce prefabrikovaného a monolitického betonu. Stěnové dílce se mohou vyrobit se zabudovanou tepelnou izolací, ale obvykle se stěny zateplují kontaktně až na stavbě. Manipulační prvky jsou zakotveny v obou deskách stěnového dílce a jsou spojeny s vnitřní prostorovou výztuží, prvky nesmějí přecházet horní hranu dílce (Obr.3.19).



Obr. 3.21 Otvor ve filigránové stěně [25]



Obr. 3.22 Manipulace s filigránovou stěnou [24]

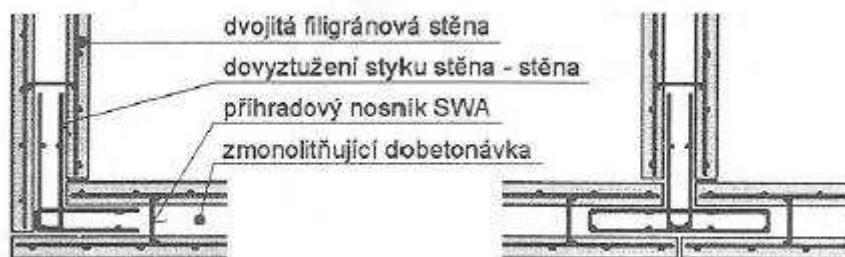
Postup návrhu filigránových stěnových konstrukcí je podobný jako u monolitických stěnových konstrukcí. V návrhu prefamonolitických stěn se musí navíc posoudit únosnost spřažení a účinky smrštění a dotvarování složeného průřezu stěny v čase. Výsledné napětí vyvolané normálovými silami společně s ohybovými momenty se posoudí obdobně jako u návrhu monolitické varianty z celé zmonolitněné konstrukce. Spřažení prefabrikátu s monolitickým betonem je zajištěno zdrsněním vnitřních ploch prefabrikátů a prostorovou příhradovou výztuží, tento styk se považuje za dokonale tuhý. Součástí návrhu je návrh výztuže styků dvou stěn a styk stěny se stropní konstrukcí.

3.2.3. Použití

Použití dvojité filigránové stěny je výhodné především v kombinaci s prefamonolitickými stropními konstrukcemi - filigránovými stropy.



Obr. 3.23 Svislý řez styku filigránové stěny s filigránovým stropem [1]



Obr. 3.24 Vodorovný řez styku dvou prefamonolitických stěn [1]

Prefamonolitické stěny se využívají převážně u suterénních stěn, úhlových opěrných stěn, kolektorů, podzemních garáží - kompletně pro spodní stavbu. Mohou se použít i na další podlaží. Prefamonolitický stěnový systém bez potřeby bednění redukuje v podzemních podlažích objem zemních prací. Výhodné je použití v místech, kde je problematické zhotovit bednění nebo samotnou betonáž monolitické stěny, např. při realizaci štítové stěny objektu v proluce, přilehlé ke stávající stěně sousedního objektu s požadovanou dilatační spárou.



Obr. 3.25 a 3.26 Příprava prefamonolitické filigránové stěnové konstrukce v proluce navazující na sousední objekt s dilatační spárkou - Karlín, Praha 8 [28]

3.2.4. Příklad realizace

Kolektory Ruzyně



Obr. 3.27 Výstavba kolektoru prefamonolitickými stěnovými a stropními konstrukcemi - pohled 1 [29]



Obr. 3.28 Výstavba kolektoru prefamonolitickými stěnovými a stropními konstrukcemi - pohled 2 [29]



Obr. 3.29 Ukládání čerstvého betonu pomocí mobilního čerpadla [29]



Obr. 3.30 Ponorné vibrování čerstvého betonu uvnitř stěnového dílce [29]

3.3. Stropní systém Rector

3.3.1. Popis

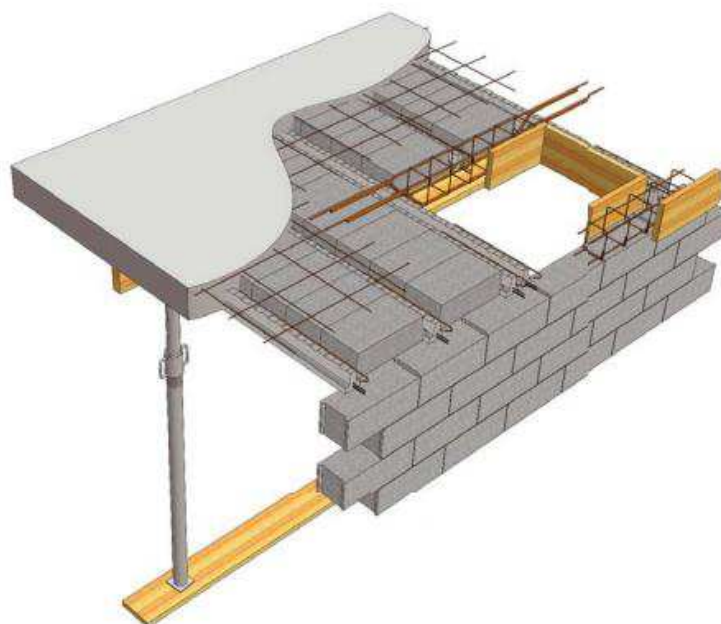
Francouzská společnost Rector S.A. je na trhu více jak 60 let a na českém území se systém začal používat až od roku 2000 pro stropní konstrukce pozemních staveb.

Stropní vložkový systém Rector se skládá ze stropních nosníků z předpjatého betonu, stropních vložek a nadbetonávky s dodatečnou výztuží, která zajistí tuhost, dokonalé roznášení zatížení a vysokou únosnost stropní konstrukce. Společnost Rector S.A. dělí stropní systémy Rector na 2 typy podle použitého typu stropních vložek na systém Rectorbeton - vložky z vibrolisovaného betonu a systém Rectorlight - vložky z vysokojakostní dřevoštěpky. Vložky slouží jako ztracené bednění pro monolitickou nadbetonávku a vylehčují stropní konstrukci.

Výhodou stropního systému Rector je vysoká únosnost, nižší spotřeba dodatečné výztuže a vrstvy nabetonovaného betonu, rychlost a jednoduchá výstavba. V montážním stavu do zatvrdnutí nadbetonované vrstvy postačí pouze jedna montážní podpora pro rozpětí do 4,9 m a dvě pro rozpětí do 10 m. Vlastní tíha stropních nosníků se pohybuje od 16 do 22 kg/bm, což umožňuje manipulaci menšími zvedacími prostředky.

- **Stropní systém Rectorbeton**

Výrobce uvádí: „*Stropní vložky jsou vyrobeny z vibrolisovaného betonu vysoké pevnosti bez příměsí strusky a popílků. Jejich přesný tvar a kvalitní povrch je dokonale přizpůsoben celému systému. Jednostranně uzavřené stropní vložky zabraňují zatékání betonu při betonáži věnců (2 ks v každé vrstvě na paletě)*“ [31]. Tloušťka konstrukce je od 140 do 300 mm. Maximální rozpětí stropních nosníků je 10 m.



Obr. 3.31 Schéma stropního systému Rectorbeton [31]

- **Stropní systém Rectorlight**

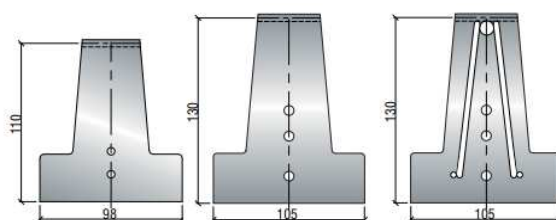
Systém Rectorlight se používá na stropní konstrukce, kde je plánované realizovat závěšený podhledový systém. Manipulace s lehkými stropními vložkami z vysokojakostní dřevoštěpky je jednodušší v porovnání s betonovými či keramickými vložkami. Rectorlight je velice skladný, až 70 m² stropní konstrukce (stropních vložek) lze převést na jedné paletě s hmotností 624 kg. Pro porovnání: na stropní konstrukci Rectorbeton plochy 70 m² by bylo potřeba 6,6 palet betonových stropních vložek. Rectorlight snižuje náklady na dopravu a urychluje výstavbu. Tloušťka konstrukce je od 160 do 240 mm. Maximální rozpětí stropních nosníků je 10 m.



Obr. 3.32 Stropní systém Rectorlight [32]

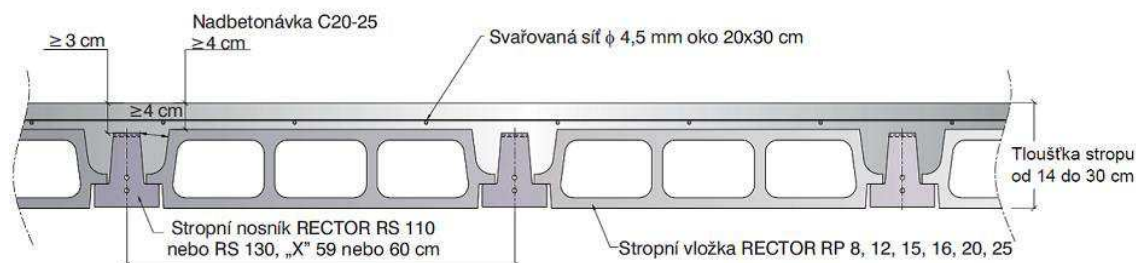
3.3.2. Konstrukční řešení

Stropní nosníky Rector RS výšky 110 a 130 mm z předpjatého betonu třídy C50/60 se vyrábí v délce od 1 m do 10 m po 100 mm. Vzdálenost mezi nosníky musí být vždy 590 nebo 600 mm pro umístění vložek a při vyšším zatížení (např. uložení schodiště, lokální zatížení,...) se ukládá více nosníků vedle sebe. V montážním stádiu nosníky přenášejí veškeré zatížení od vlastní tíhy, stropních vložek, nadbetonované vrstvy a další užitečné zatížení. Po zatvrdnutí dobetonované části se zatížení přenáší spráženou konstrukcí. Předpětí zvyšuje únosnost a snižuje průhyb. V návrhu při výpočtu se předpokládá průhyb pouze 1/500 rozpětí. Uložení nosníků je poměrně malé a je závislé pouze na kvalitě materiálu podpor (např. uložení na zdivo je běžně 50 až 100 mm).



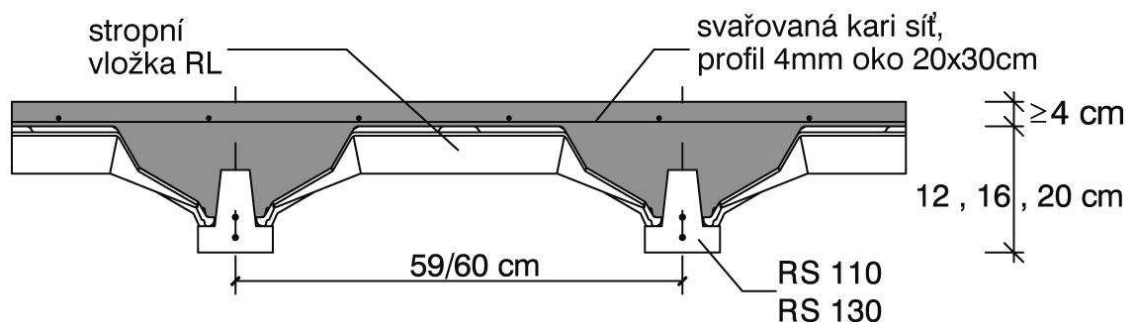
Obr. 3.33 Předpjaté stropní nosníky Rector RS 110 a RS 130[31]

Betonové stropní vložky systému Rectorbeton se vyrábí s označením RP 8, RP 12, RP 16, RP 20 a RP 25 podle výšky prvku v centimetrech. Délka vložek je 200 mm, pouze typ RP 12 je délky 250 mm. Betonové vložky mají vysokou únosnost (více než 250 kg na plochu 50x50 mm).



Obr. 3.34 Schéma stropního systému Rectorbeton [31]

Lehké stropní vložky RL z lisovaného a povrchově upraveného dřeva systému Rectorlight se vyrábí vysoké 85 mm, 125 mm a 165 mm, což odpovídá výšce bednění 120, 160 a 200 mm. Délka vložky je 1,2 m s hmotností 5,2 - 6,4 kg podle typu. Vložky se spojují na pero - drážku.

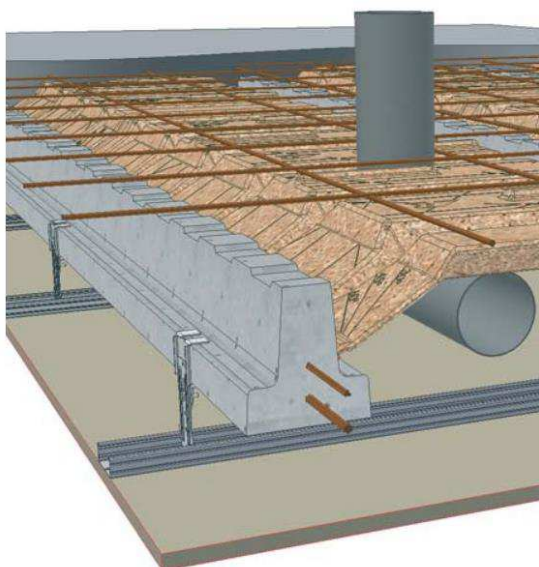


Obr. 3.35 Schéma stropního systému Rectorlight [32]

Nadbetonávka u obou typů se provádí z betonu třídy C20/25 v tloušťce minimálně 40 mm, vyztužena je pomocí svařované sítě profilu min. 4 mm s oky 200x200 mm. Tloušťka sprážená konstrukce je závislá na rozpětí a zatížení.

Zatížení stropní desky se spočte podle ČSN EN 1991 a podle tabulek na stránkách výrobce, v závislosti na světlem rozpětí se navrhne typ předpjatých nosníků, rozměr sprážené desky a typ stropních vložek. Výstupem je výkres skladby stropní konstrukce. Společnost nabízí bezplatné vypracování návrhu stropních konstrukcí (výběr stropního systému s příslušnými výpočty), montážní výkresy a výkazy materiálů, technickou podporu a spolupráci s realizační firmou.

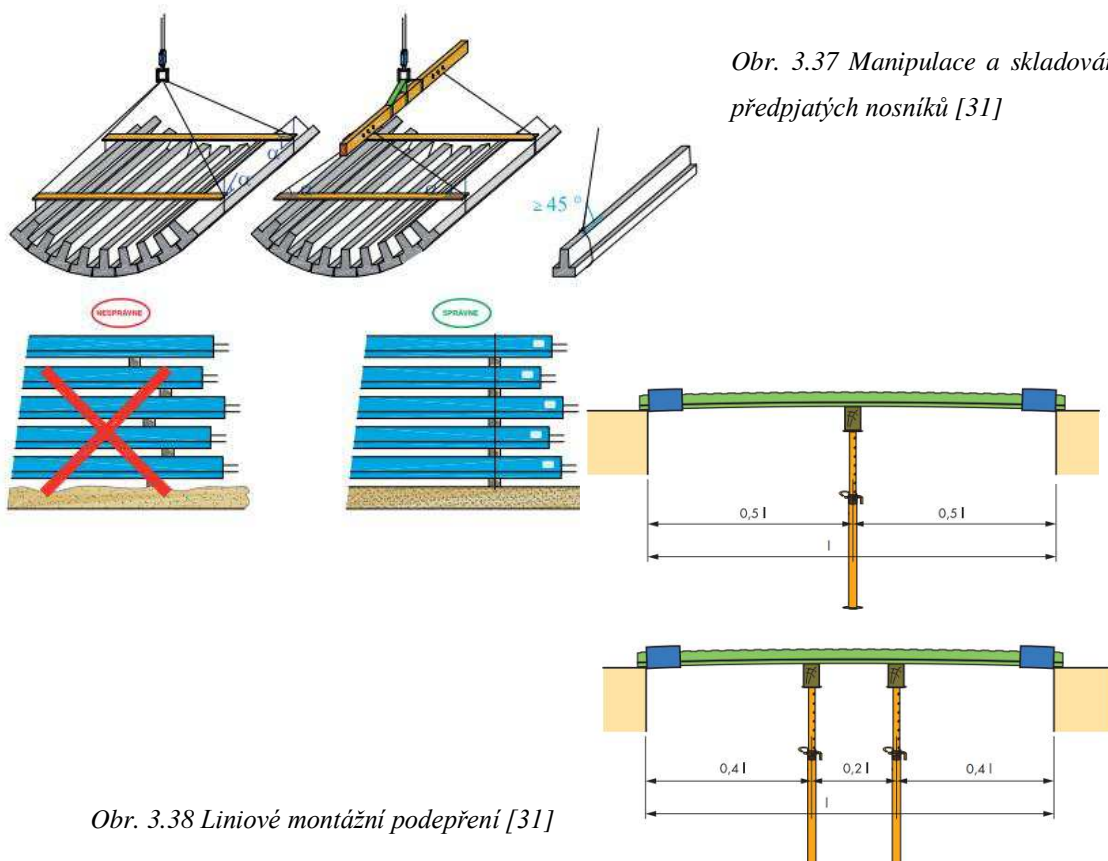
Sprážení je zajištěno pouze třením, a to zazuběním horního povrchu stropních nosníků a hladkým povrchem stropních vložek. Pro dostatečné ukotvení stropních nosníků v železobetonových věncích, vyčnívá z nosníků výztuž s přesahem minimálně 80 mm na obou koncích.



Obr. 3.36 Využití prostoru mezi vložkami RL a pohledem pro vedení instalací [32]

3.3.3. Použití

Velice únosný systém Rector je používán pro všechny typy budov v pozemním stavitelství na stropní konstrukce od stropů nad sklepem či garáží, přes běžné podlaží až po terasu nebo plochou střechu. Vhodné je použití na stropní konstrukce nepravidelných tvarů s velkým rozpětím a zatížením. Používá se nejen pro rodinné a bytové domy, ale i pro menší průmyslové, administrativní a občanské stavby. Dalším odvětvím ve stavebnictví, které často využívá systém Rector, jsou rekonstrukce.



Obr. 3.37 Manipulace a skladování předpjatých nosníků [31]

Obr. 3.38 Liniové montážní podepření [31]

3.3.4. Příklad realizace

Bytový dům Janova Hora ve městě Vizovice byl realizován firmou H+M Zlín. Stropní konstrukce o ploše 1100 m² byly realizovány systémem Rectorbeton.



Obr. 3.39 Bytový dům Janova Hora [31]



Obr. 3.40 Realizace stropní konstrukce Rectorbeton [31]

3.4. Konstrukční systém Sicon

3.4.1. Popis

Konstrukční systém SICON S21 (systém 21. století) byl vyvinut projekčně-inženýrskou společností SICON s.r.o., založenou v roce 1992.

Jedná se o variabilní stavebnicový systém z předem předpjatých tyčových a deskových prvků dodatečně spřažený s monolitickou deskou. Systém lze navrhnout i bez spřažení, ale toto není obsahem bakalářské práce. *Konstrukční systém SICON S21 je univerzální a lehký montovaný konstrukční systém založený na výhodách spřažených betonových průřezů, kde prefabrikovaná část spolupůsobí se zmonolitňující dodatečně provedenou nadbetonávkou. Systém umožňuje neortogonalitu a zcela volnou modulaci sloupů – každý modul lze libovolně měnit doslova po milimetrech. [33].* Spřažené stropní desky se skládají ze samonosných předem předpjatých desek (není nutné montážní podepření v průběhu výstavby) a monolitické spřahující vrstvy tloušťky 70 až 120 mm, která zajišťuje celistvost konstrukce, tuhost konstrukce ve vodorovném směru a umožňuje realizaci konzol. Více podrobností o systému netýkající se spřažení uvádí výrobce na svých internetových stránkách [33].

- **Systém „CRAZY BRUSH“**

Společnost vyvinula smykové spřažení systémem „CRAZY BRUSH“. Spřažení se provádí „kartáčovou“ soustavou spojovacích trnů vyčnívající ze sloupů, průvlaků nebo stěn, která přenáší i smykové síly.

Úkolem vynálezu proto bylo univerzálně vyřešit spoj železobetonových stavebních konstrukcí a prvků, zejména vodorovné stropní konstrukce se svislými prvky, u kterých by byl přenos smykových sil mezi oběma spojenými stavebními prvky a konstrukcemi zajištěn jednoduchými spojovacími prostředky, které nejsou příliš náročné a nákladné, a který by umožnil použití průběžných sloupů [33].

Soustava spojovacích trnů je tvořena řadami rovnoběžných prutů, které protínají styčnou spáru svou střední částí. Jednoduše řečeno, v monolitické i prefabrikované části bude stejné množství smykové spřahující výztuže.

Nejvíce se přednosti spoje „CRAZY BRUSH“ projevují u spoje nosného sloupu se stropní deskou, kde tento spoj představuje jednodušší, levnější a snáze vyrobitelné uložení tenké stropní desky na bodovou podporu, u kterého je dostatečně zajištěna bezpečnost proti protlačení desky sloupem. Systém umožňuje provedení bezhlavicové stropní desky [33].

3.4.2. Konstrukční řešení

Při statickém návrhu je třeba respektovat všechny vlivy dočasných návrhových situací.

- **Systém „CRAZY BRUSH“**

Veškeré detaily systému byly experimentálně prověřovány zkouškami, které potvrdily shodu s použitými výpočetními metodami [33]. Většinou se využívá několik rovnoběžných řad trnů nad sebou, ale je možné navrhnout pouze jednu řadu. Spojovací trny jsou do dílce zakotveny pod úhlem 30° - 60° od svislé roviny (styk prefabrikovaného sloupu/průvlaku/stěny s monolitickou deskou). Lze spojovat prefabrikované průvlaky s průběžnými sloupy nebo stěnou, a to spojením vyčnívajících soustav spřahujících trnů z obou prefabrikovaných dílců a probetonováním.

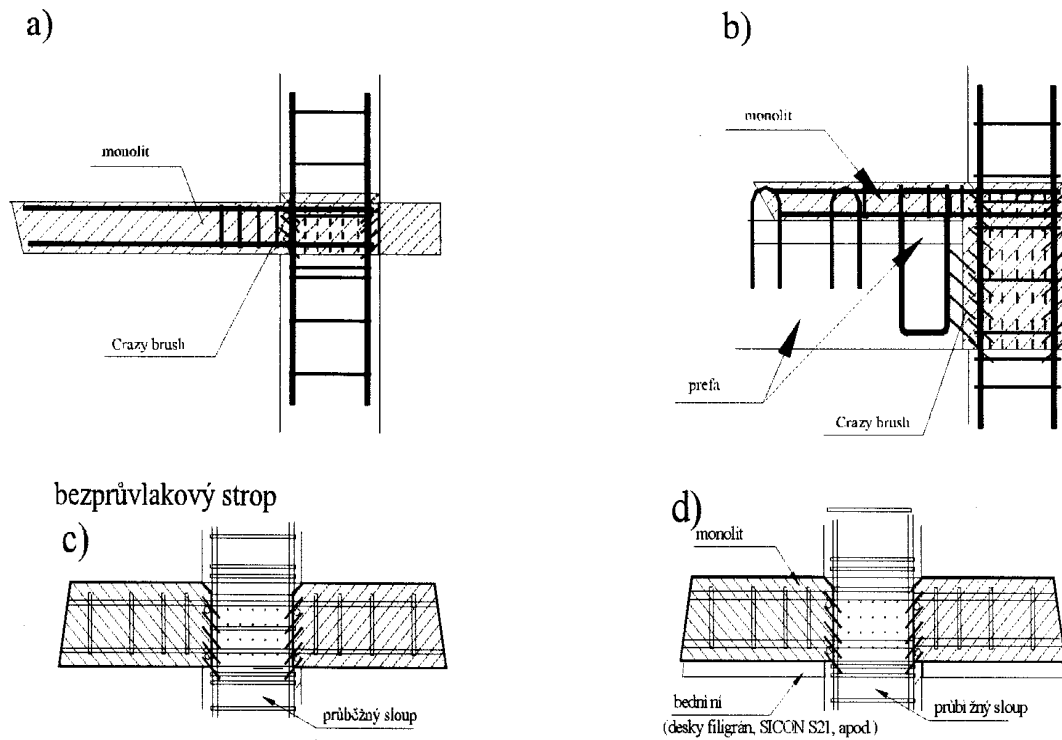
Velice jednoduché uložení monolitické stropní desky na průběžný prefabrikovaný sloup se provádí vybráním sloupu po obvodě o hloubce 10 až 40 mm (vytvoření obvodového límce) a výšce odpovídající budoucí stropní konstrukci. Soustava spojovacích trnů vyčnívá ze dna vybraného obvodového límce sloupu.

3.4.3. Použití

Využívá se v pozemním stavitelství na nosné konstrukce a založení bytových, průmyslových, občanských, zemědělských a inženýrských staveb.

Spoje betonových stavebních prvků podle vynálezu jsou využitelné pro spojování a stykování libovolných stavebních prvků, dílců a konstrukcí, kde je třeba zajistit přenos smykových sil.

Spoj podle vynálezu může být aplikován v řadě dalších konkrétních případů, kde se jedná o spojení zejména prefabrikovaných dílců s monolitickou konstrukcí nebo prefabrikovaných dílců nebo monolitických konstrukcí navzájem, pokud je v místě spoje třeba zajistit spolehlivý přenos smykových sil. [33]



Obr. 3.41 Napojení průběžného sloupu na stropní konstrukci pomocí systému „CRAZY BRUSH“ [33]

a) napojení na monolitickou desku; b) napojení na prefabrikovaný průvlak;

c),d) napojení na monolitický bezprůvlakový strop

3.5. Další možnosti použití spřažené konstrukce

- Polozapuštěné spřažené hlavice do monolitické stropní desky

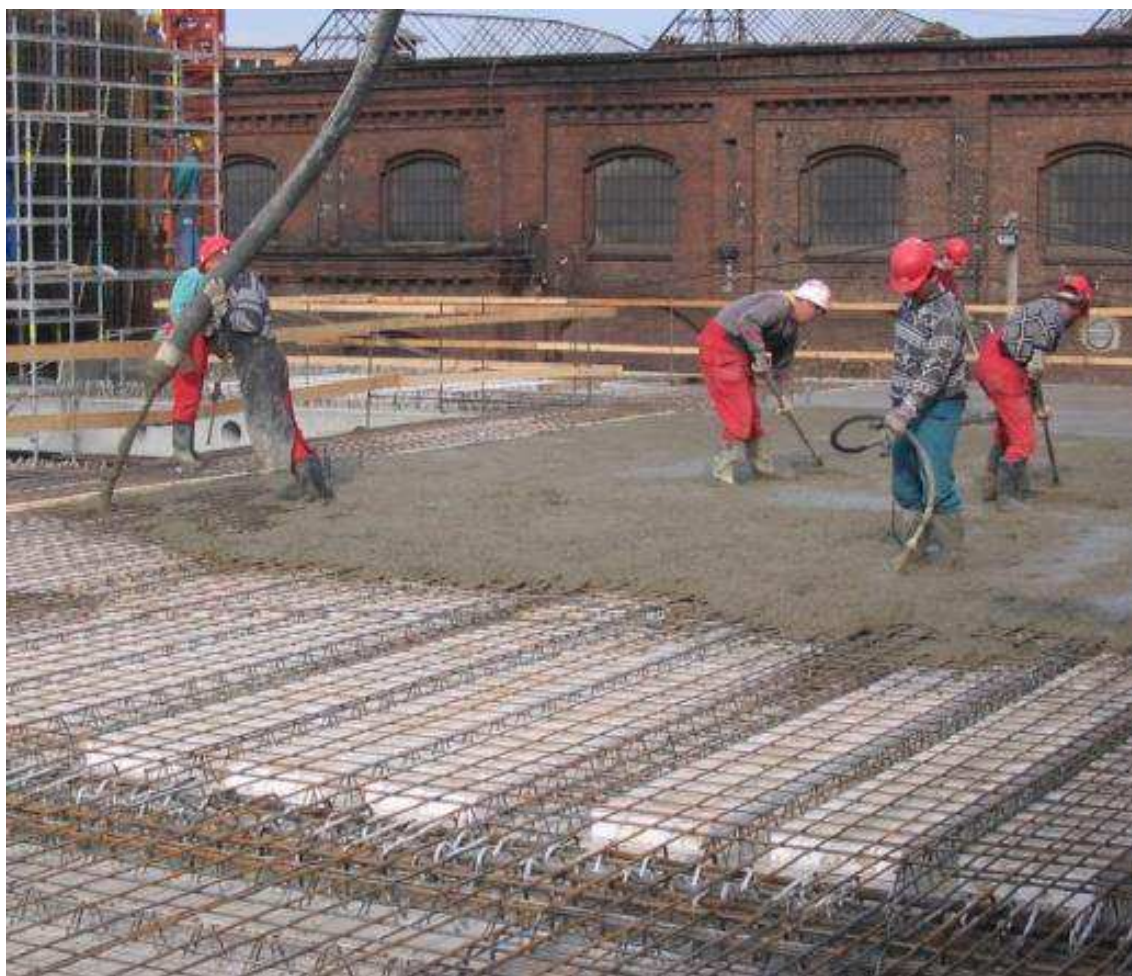


Obr. 3.42 Výrobní hala Akra ve Valašských Kloboukách - pohled na spřahující hlavici [8]

- Vylehčení filigránových desek



Obr. 3.43 Vylehčení filigránových panelů pomocí EPS [13]



Obr. 3.44 Zmonolitnění vylehčených filigránových desek [13]

- **Mostní konstrukce**



Obr. 3.45 Doprava předem předpjatého vazníku pro mostní konstrukci [37]



Obr. 3.46 Ukládání spřahujícího mostního nosníku na podpory [37]



Obr. 3.47 Mostní konstrukce v průběhu realizace[37]



Obr. 3.48 Mostní konstrukce připravená pro dodatečné zmonolitnění [37]

4. Navrhování spřažených konstrukcí

Silové účinky vnitřních sil, posouzení únosnosti průřezu v ohybu a vliv posouvajících sil na konečný stav plně spřaženého průřezu se určí běžným postupem jako u monolitické varianty. Při návrhu se však musí zohlednit i dočasné návrhové situace působící na prefabrikovanou část v průběhu výroby, skladování, dopravy, montáže a provedení spřahovací nadbetonované vrstvy viz kapitola 4.4. *Dočasné návrhové situace*. Ty mají vliv především na změnu statického schématu v průběhu stavby viz 4.4.3. *Montážní podepření a změna statického schématu*. Na prefabrikát při dočasných návrhových situacích působí účinky vlastní tíhy, ať už při skladování nebo transportu, a při montážním stádiu působí navíc zatížení čerstvým betonem s výztuží monolitické vrstvy a zatížení od pracovní čety.

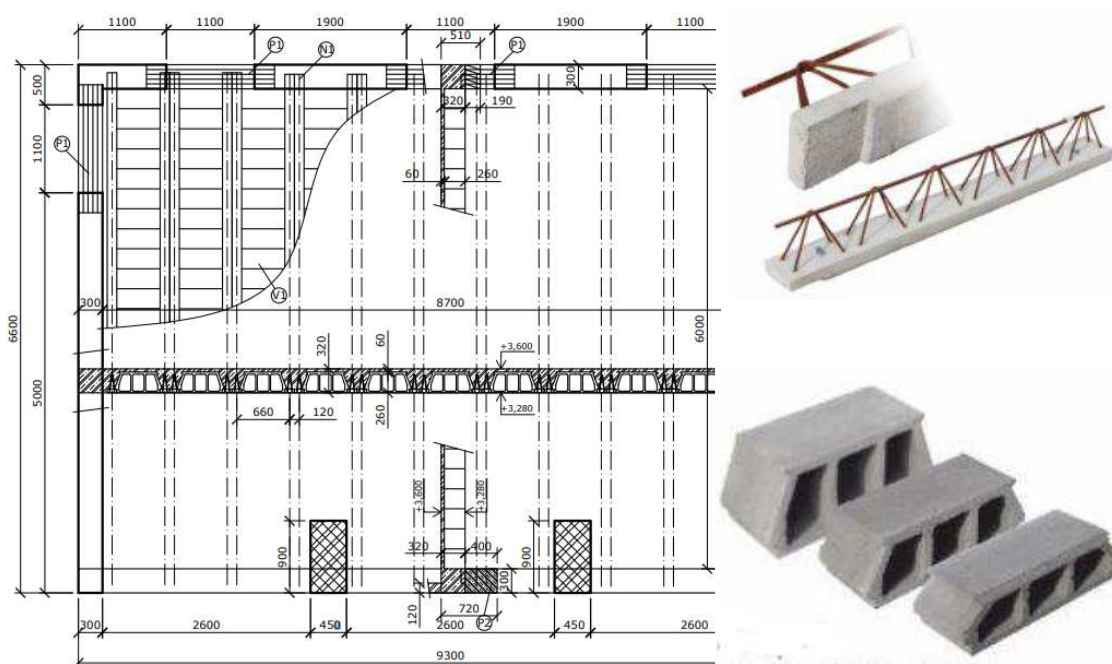
Výstupem návrhu je výkres skladby příslušné prefamonolitické konstrukce (příklad viz *Obr. 4.1*) s montážními pokyny výrobce. V montážních pokynech jsou uvedeny přípravné práce, podrobnosti uložení prefabrikované části, uložení dodatečné výztuže (horní výztuže celého průřezu i stykovací/přídavné u horního povrchu prefabrikátu), příprava před betonáží monolitické vrstvy, samotné zmonolitnění a též ošetřování konstrukce s předepsanou dobou nutného montážního podepření (do dosažení předepsané pevnosti betonu).

Rozhodující při návrhu spřažené konstrukce bývá přenos sil ve styčné spáře od účinků zatížení, a též od účinků smrštění a dotvarování složeného průřezu prefabrikované a monolitické části. Rozdíl stáří betonů může být natolik veliký, že styk mezi částmi nelze uvažovat za stejnou pracovní spáru jako v monolitických konstrukcích. Ve styčné spáře vzniká pnutí vlivem zatížení konstrukce, a také vlivem rozdílného smrštění. Zatěžování má vliv na průhyb konstrukce a může dojít k rozdílnému přetvoření vrstev (vzájemný posuv) viz *Obr. 4.5*. U prefabrikátů dochází ke smršťování volně až do přibetonování monolitické části. Při betonáží monolitické vrstvy je rozdíl stáří betonů oproti prefabrikované části i více týdnů, u které již proběhla značná část smrštění. U čerstvého betonu dochází k výrazně vyššímu smrštění než u prefabrikátu. Prefabrikáty však v poměru tuhostí brání volnému průběhu délkových změn od smrštění probíhající v monolitu. To má za následek vnášení namáhání do obou částí, které může vést ke vzniku trhlin. Z tohoto důvodu se musí při návrhu spřažené konstrukce uvážit spolupůsobení obou částí a přenos napětí ve styčné spáře. Je nutno pečlivě chránit a ošetřovat pracovní spáru na stavbě. Podle účinnosti spolupůsobení jednotlivých částí rozlišujeme spřažení plné a částečné

viz kapitola 4.2. *Dělení spřažených betonových konstrukcí*. Dnes se převážně používá plné spřažení mezi prefabrikátem a monolitickou částí.

Spolupůsobení prefabrikované a monolitické části začíná aktivováním smykové síly mezi oběma částmi, která se aktivuje tuhnutím a tvrdnutím monolitické části. Zatížení, které před spřažením působilo na prefabrikovanou část, se při dotvarování betonu postupně částečně přenáší do spřaženého průřezu. Ve spáře vzniká smyková síla, kterou přenáší betonářská výztuž, soudržnost obou betonů a zdrsnění nebo zazubení povrchu prefabrikované části viz kapitola 4.1. *Typy spřahujících prvků*. Spřažená konstrukce vzniká až se vznikem smykového napětí ve styčné spáře. Posouzení smykového napětí ve styčné spáře je popsáno v kapitole 4.3. *Posouzení smykového napětí ve styčné spáře*. Mezi betony různých stáří je navíc rozdíl v pevnosti betonu, kdy prefabrikovaná část může mít vyšší třídu betonu, než později vybetonovaná monolitická vrstva.

Dalším problémem je vliv dotvarování u stropních konstrukcí na průhyb po odstranění montážních podpěr. Průhyby stropní konstrukce se často eliminují nadvýšením liniových montážních podpor [4]. Mezní stav použitelnosti spřažené konstrukce se posuzuje stejně jako u monolitické varianty pokud platí, že prefabrikovaná část je menší než polovina celkové tloušťky stropní konstrukce a zároveň maximálně 80 mm vysoká. Pokud jedno z těchto tvrzení neplatí, jedná se o tlusté stropní desky a je nutno uvážit všechna stádia výstavby včetně příčného roznášení [13].



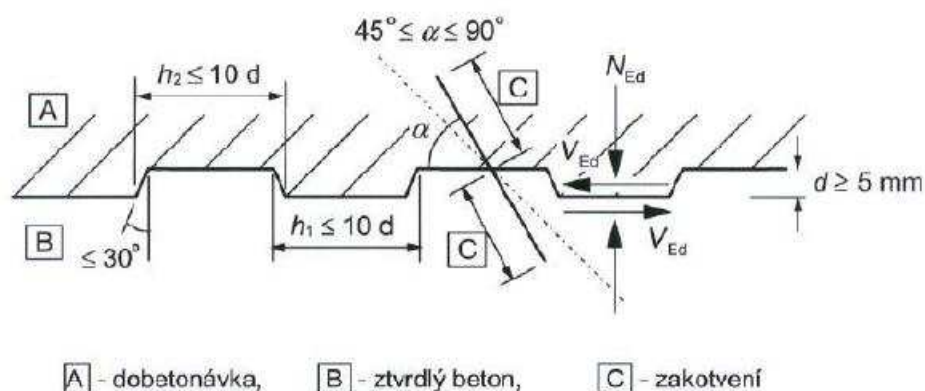
Obr. 4.1 Vzor výkresu skladby spřažené stropní konstrukce Livetherm [11]

4.1. Typy spřahujících prvků

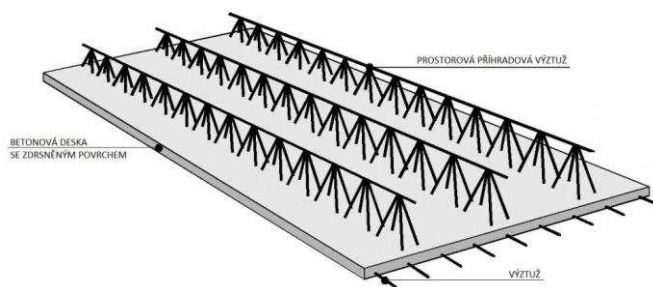
Spřažení konstrukce beton - beton se provádí úpravou povrchu prefabrikované části a pomocí spřahující výztuže vyčnívající z předem vyrobené části konstrukce ve výrobnách (prefabrikovaná část). Pracovní spáru je před zmonolitněním nutno chránit a ošetřovat, protože styk betonů v této spáře je rozhodující při návrhu spřažené konstrukce. Úprava povrchu prefabrikované části má vliv na únosnost vodorovné spáry ve smyku (*Tab. 4.1*). U spřažených stropních desek a spřažených „filigránových“ stěn se jako spřahující prvek používá vyčnívající prostorová příhradová výztuž (*Obr. 4.3*). Tato výztuž se používá nejen pro spřažení, ale i jako nosná výztuž v montážním stádiu manipulace a při zmonolitnění. U spřažení prefabrikovaného průvlaku s nadbetonovanou stropní deskou závisí také na šířce vodorovné pracovní spáry a je nutno posoudit únosnost ve smyku ve vodorovné pracovní spáře. U průvlaků se využívají spřahující oka (*Obr. 4.4*).

Tab. 4.1 Součinitele c a μ definující vliv drsnosti horního líce prefabrikované desky [4]

Charakteristika povrchu	c	μ
velmi hladký povrch - ocelové a plastové bednění, speciální dřevěné bednění	0,025 až 0,10	0,50
hladký povrch - posuvné bednění, povrch po vytlačování nebo ponechán po vibraci bez úpravy	0,20	0,60
drsňý povrch - nejméně nerovnosti 3mm nerovnosti po vzdálenostech okolo 40mm - záměrné zdrsnění	0,40	0,70
zazubený povrch - Obr.4.2.	0,50	0,90



Obr. 4.2 Posouzení smyku v zazubené pracovní spáře spřažené konstrukce (převzato[4])



Obr. 4.3 Stropní panel s prostorovou příhradovinou [12]



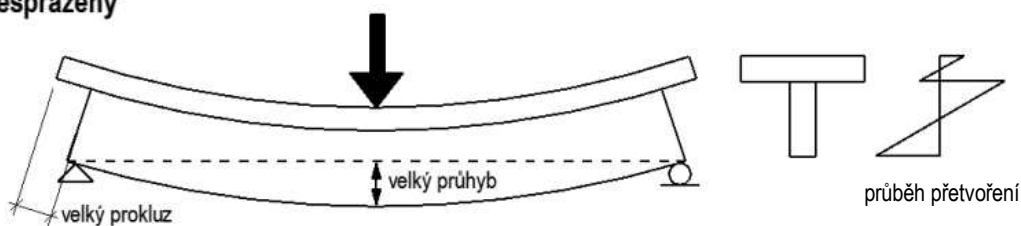
Obr. 4.4 Spřahující oka průvlaků [13]

4.2. Dělení spřažených betonových konstrukcí

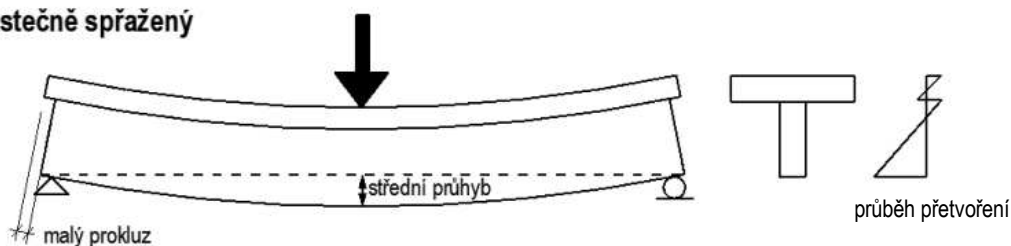
Podle interakce jednotlivých částí a schopnosti přenesení smykového napětí mezi monolitickou a prefabrikovanou částí můžeme spřažené betonové konstrukce rozdělit na dva typy:

- Částečně spřažené konstrukce
- Plně spřažené konstrukce

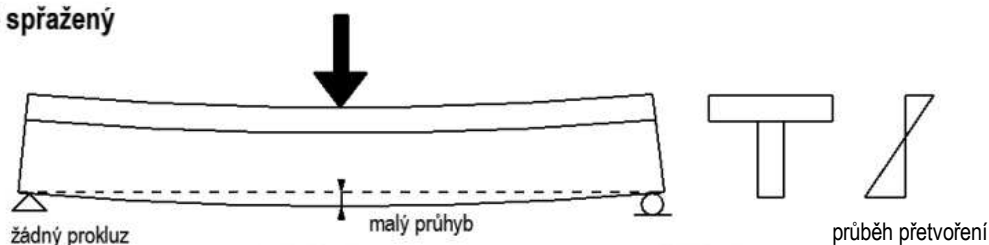
a) nespřažený



b) částečně spřažený



c) plně spřažený



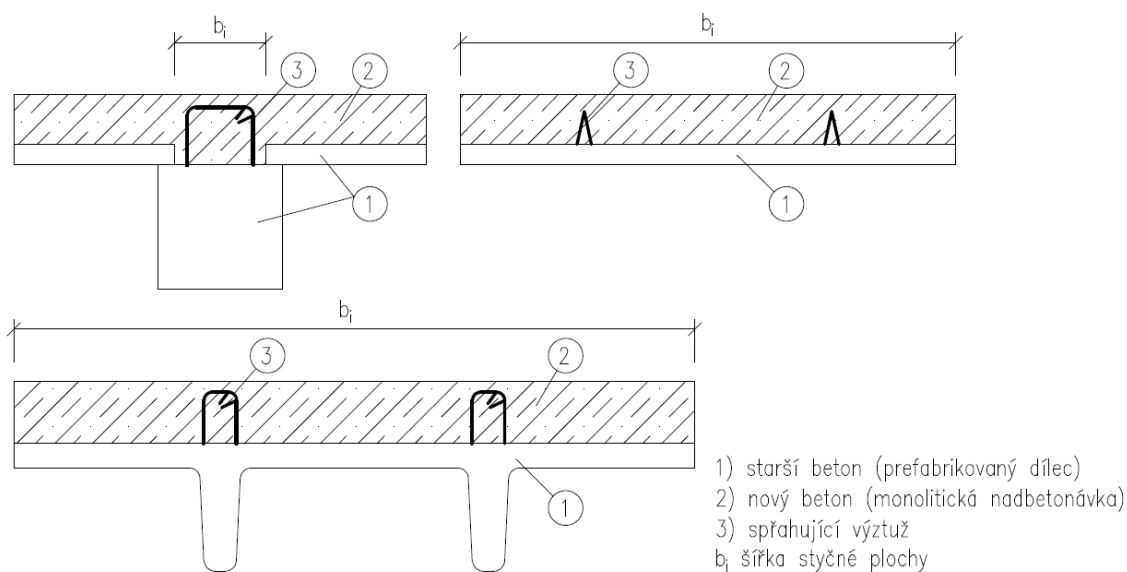
Obr. 4.5 Charakteristické deformace prvků s průběhy přetvoření v závislosti na tuhosti spřažení [13]

Částečně spřažený betonový průřez nemá dostatečnou smykovou únosnost ve styčné spáře, která je menší než účinek působícího smykového napětí ve styku. Průběh přetvoření v průřezu již před dosažením meze ohybové únosnosti není lineární, jelikož dojde k zplastizování spřahující výztuže a k prokluzu mezi spřaženými částmi prvku.

Mezní stav únosnosti pak nastane buď dosažením mezního posunu ve styku spřažených částí, nebo zplastizuje některá část rozhodujícího průřezu, aniž by bylo překročeno mezní poměrné přetvoření materiálu v nejvíce namáhaných vláknech. [3]

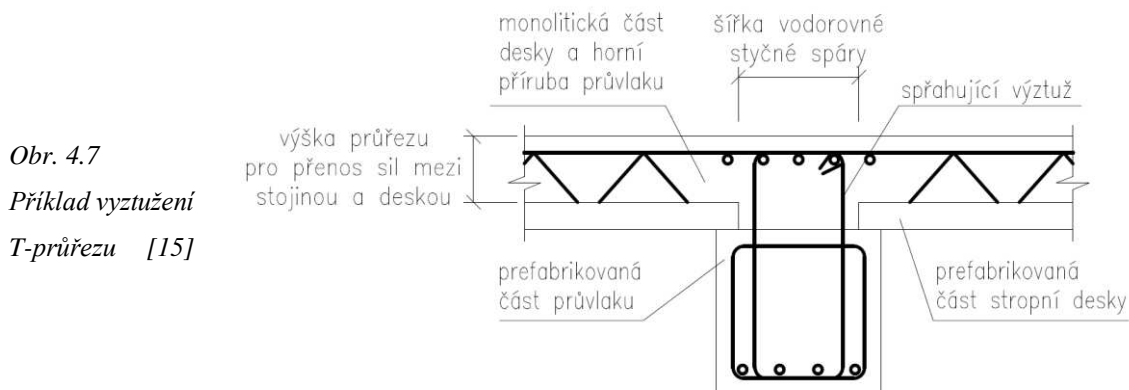
V současnosti se převážně používá plné spřažení mezi prefabrikovanou a monolitickou částí. Plně spřažené betonové prvky mají vyšší smykovou únosnost ve vyztuženém spřahujícím styku než účinek působícího zatížení od smykové síly ve styku. Finální plně spřažený prvek se navrhuje a působí jako monolitický pro trvalé návrhové situace. Dále je nutný návrh dočasné návrhové situace, případné montážní podepření a návrh spřažení.

Smykovou únosnost spřažení ve styčné spáře lze ovlivnit množstvím, průměrem a kvalitou spřahující výztuže, povrchovou úpravou prefabrikované části prvku a kvalitou užitého betonu (*kapitola 4.1.*). Velikost třecí síly můžeme ovlivnit velikostí třecích ploch, drsnostmi jednotlivých ploch a normálovým napětím působícím kolmo na styčnou spáru.



Obr. 4.6 Styky spřažených stropních konstrukcí [15]

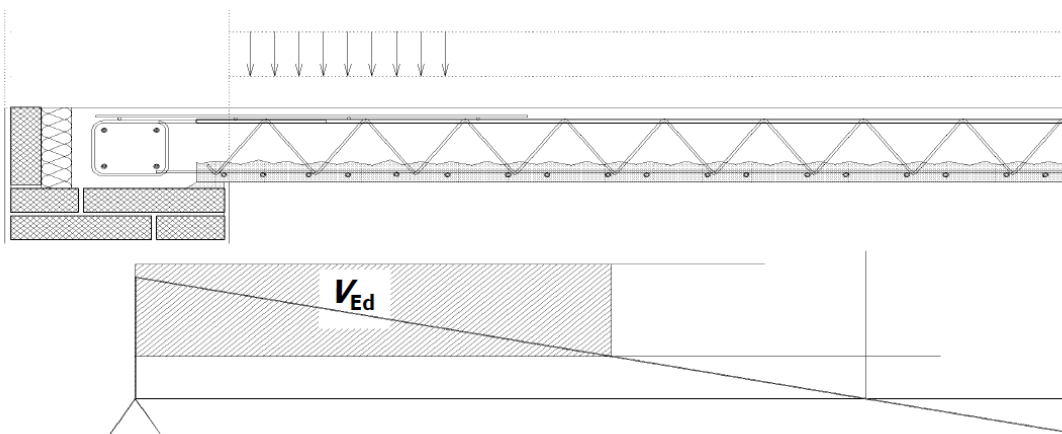
Spřahovací výztuž musí být řádně zakotvena do obou částí průřezu, aby se podílela na přenosu smykového napětí ve styčné spáře.



Obr. 4.7
Příklad vyztužení
T-průřezu [15]

4.3. Posouzení smykového napětí ve styčné spáře

U spřažené konstrukce vzniká styčná spára mezi prefabrikovanými a monolitickými částmi, kde dochází k přenosu posouvajících sil. Rozhodujícími faktory při návrhu přenosu smyku ve styčné spáře jsou spřahovací výztuž a povrchová úprava prefabrikované části (*kapitola 4.1.*). Pro spřažené stropní konstrukce bývá přenos smyku ve vodorovné styčné spáře rozhodující [4].



Obr. 4.8 Průběh posouvajících sil prostě podepřené filigránové desky [14]

Posouzení smyku ve styčné spáře se provede podle ČSN EN 1992-1-1:

pomocí vztahu (4.1).

$$v_{Ed,i} = v_{Rd,i} \quad (4.1)$$

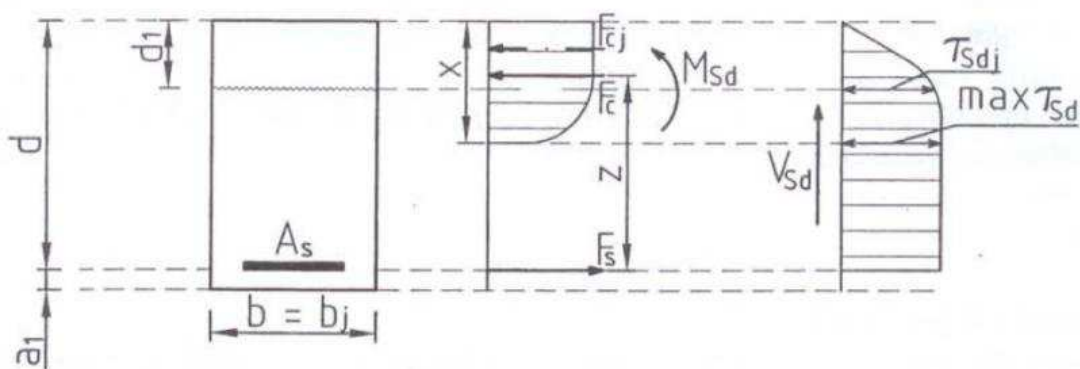
$$v_{Ed,i} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{z \cdot b_i}$$

kde: β poměr mezi tlakovou silou působící v nadbetonávce F_{cj} a celkovou tlakovou silou F_c viz Obr. 4.9,

V_{Ed} návrhová posouvající síla,

z rameno vnitřních sil v daném průřezu,

b_i šířka posuzovaného průřezu viz Obr. 4.6.



Obr. 4.9 Napětí rozhodujícího průřezu [14]

Únosnost styku se stanoví podle vztahu:

$$v_{Rd,i} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 v f_{cd} \quad (4.2)$$

kde: c, μ jsou součinitele definující vliv drsnosti líce prefabrikované části
- viz Tab. 4.1,

σ_n normálové napětí v průřezu,

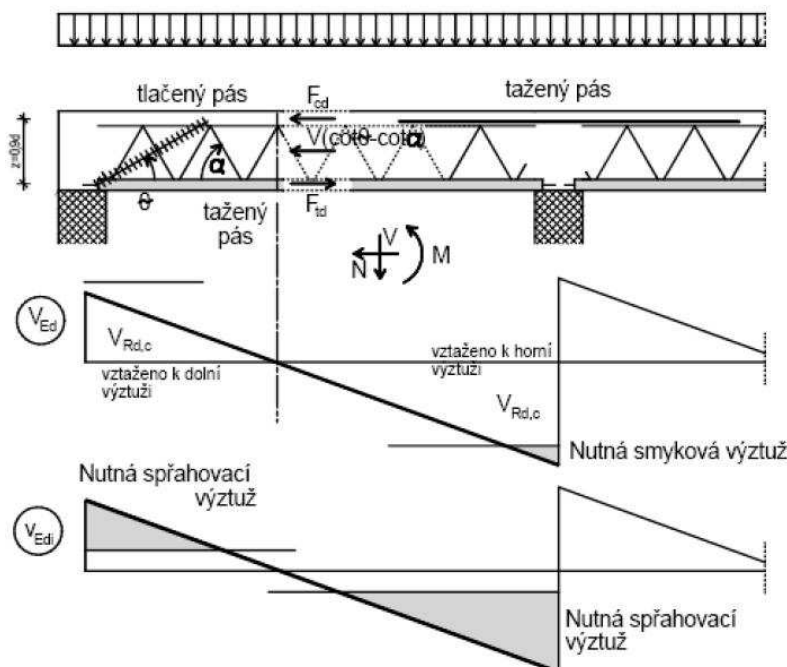
$$\rho = \frac{A_s}{A_i},$$

v redukční součinitel pevnosti v tlaku $v = 0,60 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right]$,

A_s plocha výztuže procházející spárou,

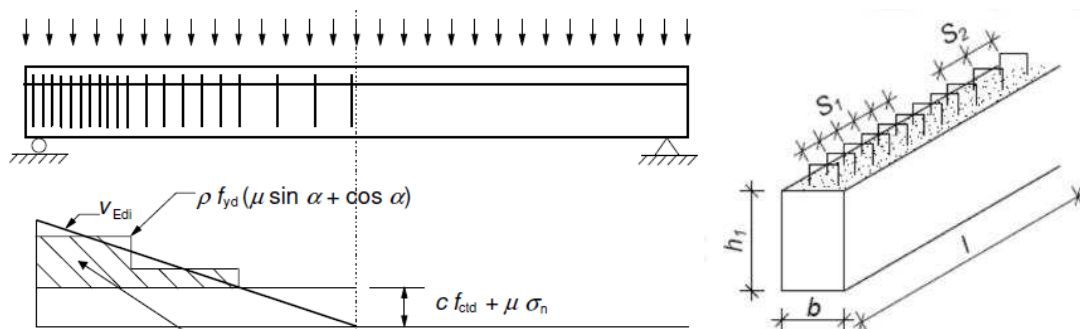
A_i plocha styčné spáry,

α úhel sklonu výztuže od normály styčné spáry $\alpha = 45^\circ - 90^\circ$ (Obr. 4.2).



Obr. 4.10 Posouzení smyky ve vodorovné styčné spáře spřažené stropní desky [13]

Pomocí průběhu smykového napětí, vlivu drsnosti povrchu (tření) a vlivu tlakového napětí určíme potřebné množství betonářské výztuže ve styčné ploše. Spřahující výztuž se po průřezu rozmístí po vzdálenostech podle potřeby (Obr. 4.11).



Obr. 4.11 Rozmístění spřahující výztuže v průvlaku podle potřebné plochy výztuže ve styčné spáře [14]

4.4. Dočasné návrhové situace

Dalším důležitým faktorem, na který se při návrhu nesmí zapomenout, jsou dočasné návrhové situace. Řeší se u návrhu prefabrikované části spřažené konstrukce a první situací, kterou je třeba řešit, je již výroba prvku. Zejména závisí na poloze prvku při betonáži a konečné poloze zabudovaného prvku v konstrukci. Poloha výroby má hlavně vliv na návrh výztuže, včetně uvážení podmínek soudržnosti.

Po zhotovení prefabrikovaného prvku ve výrobě nastává další dočasná návrhová situace, a to manipulace. K první manipulaci s prvkem dochází při vyjmutí z formy a přemístění k uskladnění. Do konečného uložení prvku na stavbě dojde k manipulaci několikrát vlivem dopravy a skladování, avšak množství přemísťování by mělo být co nejmenší a jen v nutných situacích (naložení a složení z přepravního prostředku a při ukládání do finální polohy). Omezí se tak možnost porušení prvku při špatné manipulaci a zlepší na bezpečnosti práce. Více o manipulaci je popsáno v kapitole 4.4.1. *Manipulace s prefabrikovanými prvky.*

Ve výrobních závodech, při přepravě nebo na stavbě, by se prefabrikované prvky měly ukládat na únosný a rovný povrch. U jednotlivých typů je třeba znát nebo navrhnout způsob skladování a prvek navrhnout a posoudit na toto dočasné podepření. Některé lehčí prvky se skladují na sebe, např. „filigránové“ desky (*Obr. 4.12*), u kterých výrobce předepisuje maximální dovolené množství desek složených na sebe. Pokud nepředepisuje, je třeba při návrhu a posouzení dočasné návrhové situace skladování určit dovolené množství na sebe složených prvků a způsob uložení prvků. Při skladování více desek na sebe se používají dřevěné hranoly sloužící jako proklady, které musí být vždy nad sebou a v doporučených vzdálenostech.

Další návrhovou situací je montážní podepření s betonáží monolitické vrstvy. Podrobně je tato situace rozebrána v kapitole 4.4.2. *Montážní podepření a změna statického schématu.*

Projektant je povinen vytvořit technickou dokumentaci podle [6] a [7] s výkresem skladby, montážním podepřením a pokyny pro skladování, manipulaci a montáž [2].

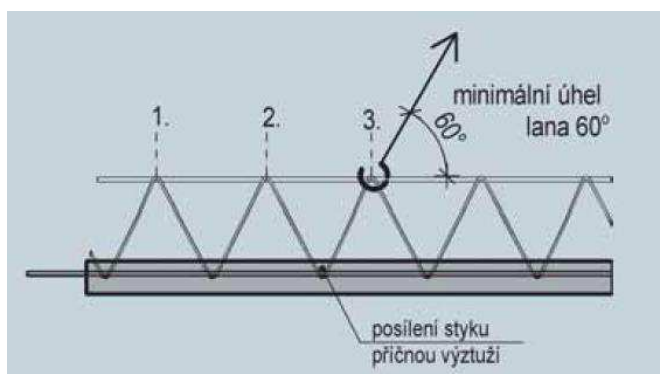
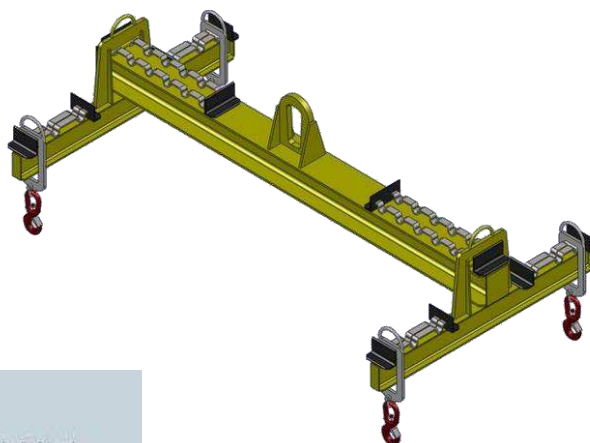


Obr. 4.12 Skladování „filigránových“ stropních desek na stavbě [16]

4.4.1. Manipulace s prefabrikovanými prvky

Pro manipulaci s prefabrikovaným prvkem pro spřaženou konstrukci lze využít prvky spřažení (vyčnívající výztuž) v předepsané vzdálenosti nebo navržené speciální úchyty. Zvedání se provádí pomocí zvedacích prostředků (jeřábů) s háky, úvazky nebo vahadlem s dvěma či více závěsy. Typ zvedacího prostředku, počet úchytnů a jejich vzdálenosti určí projektant nebo je definován výrobcem. Při manipulaci je nutné dbát předepsaných zásad.

Obr. 4.13 Vahadlo s více závěsy určené pro manipulaci s „filigránovou“ deskou [17]



Obr. 4.14 Předepsané vzdálenosti háků a úhel lan za příhradovou výztuž pro manipulaci s „filigránovou“ deskou [2]

K první manipulaci s prvkem dochází při zvedání z formy ve výrobě, jak již bylo výše zmíněno. Pro první manipulaci se uvažují i účinky adheze k bedněni a síla manipulační síly se spočte podle vztahu (4.3) [5].

$$N_{d1} = 1,3 \cdot \frac{\gamma_{man} \cdot \gamma_G}{n \cdot \cos \alpha} \cdot (F_k + F_{n,adh}) \quad (4.3)$$

kde: γ_{man} součinitel definující počet zvedání dílce, $\gamma_{man} = 1,0$ pro dílce, kde se nepočítá s opakovaným použitím,

γ_G dílčí součinitel bezpečnosti pro stálé zatížení,

n počet uvažovaných úchytnů,

α úhel závěsů od svislé roviny,

F_k síla od vlastní tíhy zvedaného prvku,

F_{adh} přílnavost prvku k formě $F_{adh} = A_{adh} \cdot v_{adh}$,

A_{adh} plocha formy (povrchová plocha dílce bez horního povrchu),

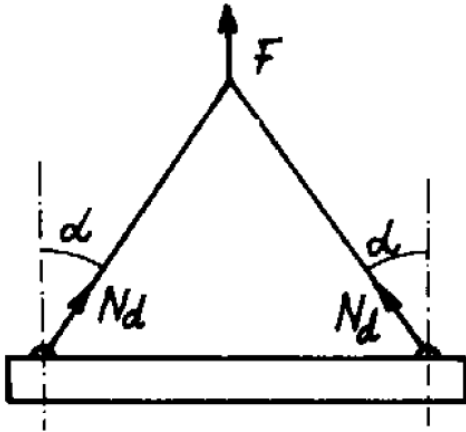
v_{adh} přílnavost betonu k bedněni, uvažuje se $v_{adh} = 2 \text{ kN/m}^2$.

Síla při další manipulaci se spočte pomocí vztahu (4.4) [5].

$$N_{d2} = 1,8 \cdot \frac{\gamma_G}{n \cdot \cos \alpha} \cdot F_k \quad (4.4)$$

Manipulační úchyt se navrhne na vyšší sílu z předešlých vztahů:

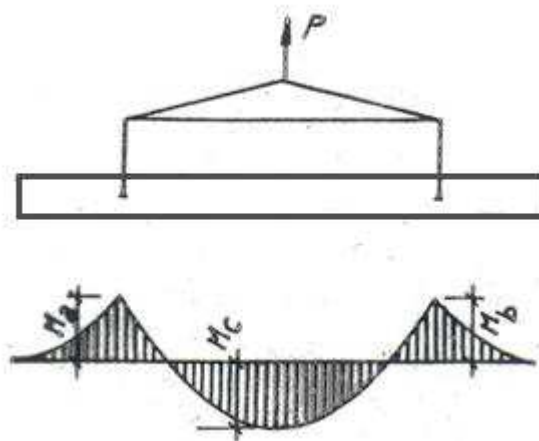
$$N_d = \max(N_{d1}; N_{d2})$$



Obr. 4.15 Schéma manipulace s dílcem [18]



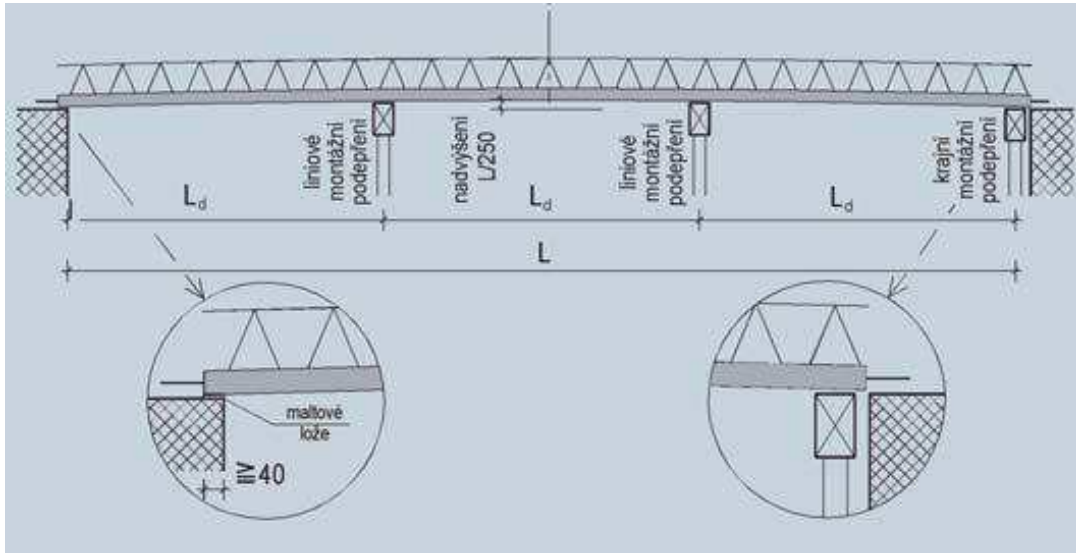
Obr. 4.16 Příklad montážního úchytu z betonářské výztuže namáhaného na tah [19]



Obr. 4.17 Vliv manipulace s průvlakem na vnitřní síly [18]

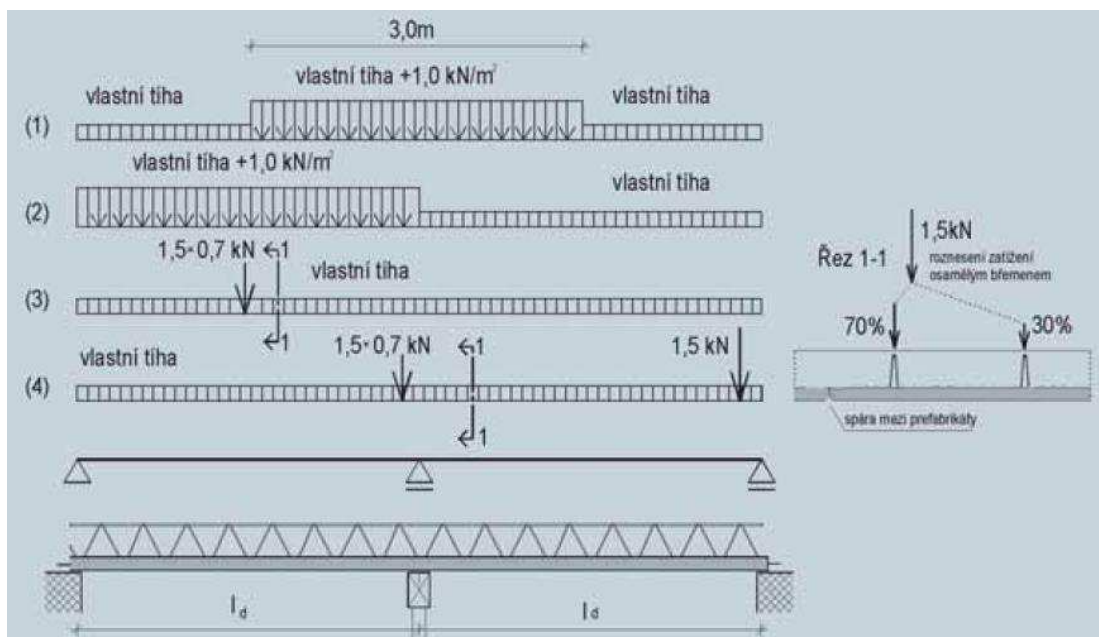
4.4.2. Montážní podepření a změna statického schématu

Dalším důležitým faktorem při návrhu je montážní stádium podepření prefabrikované části a betonáž monolitické vrstvy. Na prefabrikovaný prvek při montážním podepření působí zatížení od vlastní tíhy, váha přidané horní výztuže s čerstvě přibetonovanou monolitickou vrstvou a vliv užitého zatížení dle [5] a [6].



Obr. 4.18 Montážní podepření filigránové desky - systém liniových podpěr [2]

Návrh montážního podepření prefamonolitických stropních konstrukcí vychází z podmínek spolehlivého přenesení výše uvedeného zatížení působícího na prefabrikovanou část a zajištění rovinnosti stropní konstrukce. Únosnost podpůrných prvků (stojek a nosníků) je dána výrobcem a je třeba navrhnout rozteče prvků, které musí spolehlivě přenést zatížení. Posouzení montážního stádia se provede podle [5] a [6].

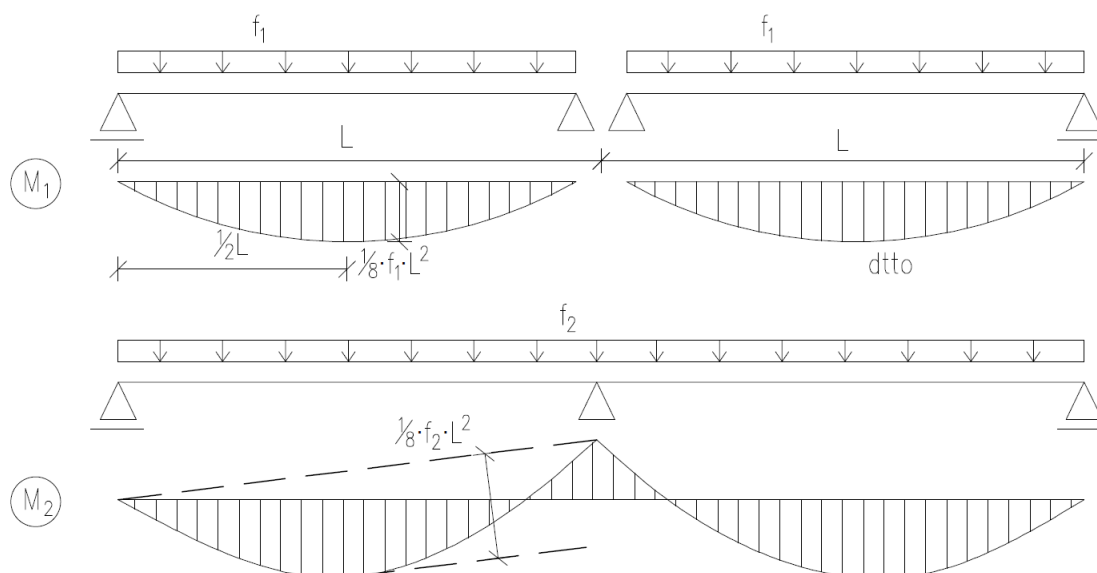


Obr. 4.19 Zatížení v montážním stavu podle [5] a [6]; [2]

Montážní podepření se nemusí provádět, pokud je dílec pnutý na menší rozpětí s dostatečným uložením na krajních podporách nebo u předpjaté desky. Pokud se jedná o tenké desky a nosníky pnuté na větší rozpětí nebo bez dostatečného uložení (*Obr. 4.18*), provádí se výše uvedený návrh liniového montážního podepření. Výstupem návrhu je výkres skladby příslušné prefamolitické konstrukce s montážními pokyny výrobce a výkres montážního podepření.

Eliminace průhybu stropní konstrukce se často řeší nadvýšením montážních liniových podpor (*Obr. 4.18*).

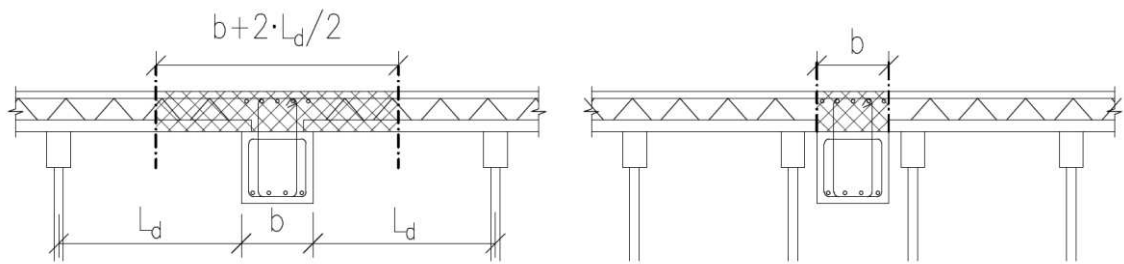
Průběh výstavby má vliv na změnu statického schématu a namáhání konstrukce. Při výpočtu zatížení a vnitřních sil je nutno tyto změny uvážit, a to především působení stropních prefabrikovaných prvků po osazení, kdy působí jednotlivě jako prostý nosník. V případě stropní konstrukce o více polích, jednotlivé prostě podepřené dílce po zmonolitnění začínají postupně působit jako spojitý nosník o více polích (*Obr. 4.20*).



f_1 = stálé zatížení prefabrikovaného dílce + montážní zatížení tíha čerstvého betonu
 f_2 = stálé zatížení spřažené konstrukce + ostatní stálé a užité zatížení

Obr. 4.20 Změna statického schématu [15]

Při návrhu T průřezu, spřaženého trámu v dočasné návrhové situaci montážního podepření má vliv způsob podepření stropní desky na zatěžovací šířku trámu. Pokud jsou panely podepřeny v blízkosti trámu montážním liniovým podepřením, pak zatěžovací šířka trámu během montáže je pouze šířka trámu. Bez podepření panelů v blízkosti trámu a uložení přímo na trám s dodržení minimální vzdálenosti uložení, počítá se zatěžovací šířka trámu během výstavby do poloviny vzdálenosti montážních podpor viz *Obr. 4.21*.



Obr. 4.21 Zatěžovací šířky trámu podle umístění montážního podepření stropních desek [15]

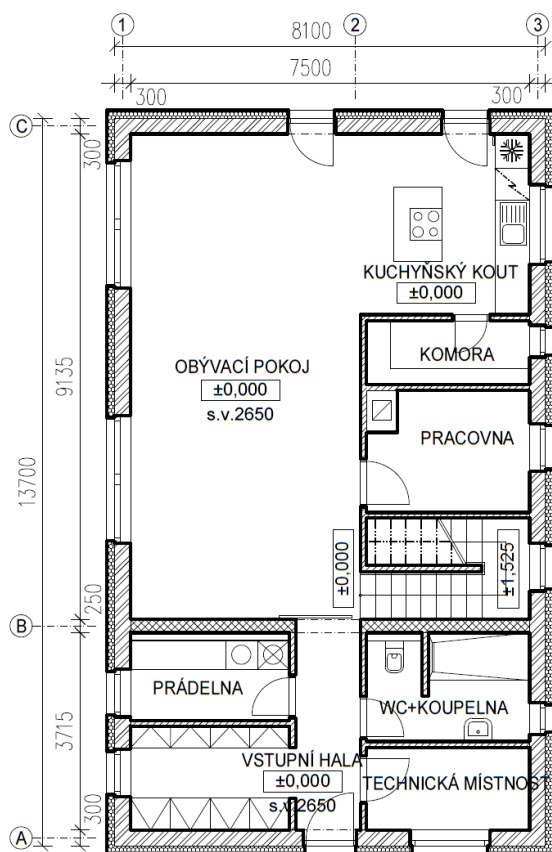
Podle experimentu [2], který v citovaném článku popisuje autor Ing. Jiří Šmejkal, CSc. může mít montážní podepření výrazný vliv na celkovou únosnost spřažené prefamonolitické stropní konstrukce.

5. Návrh a porovnání konstrukčních řešení části zadaného objektu

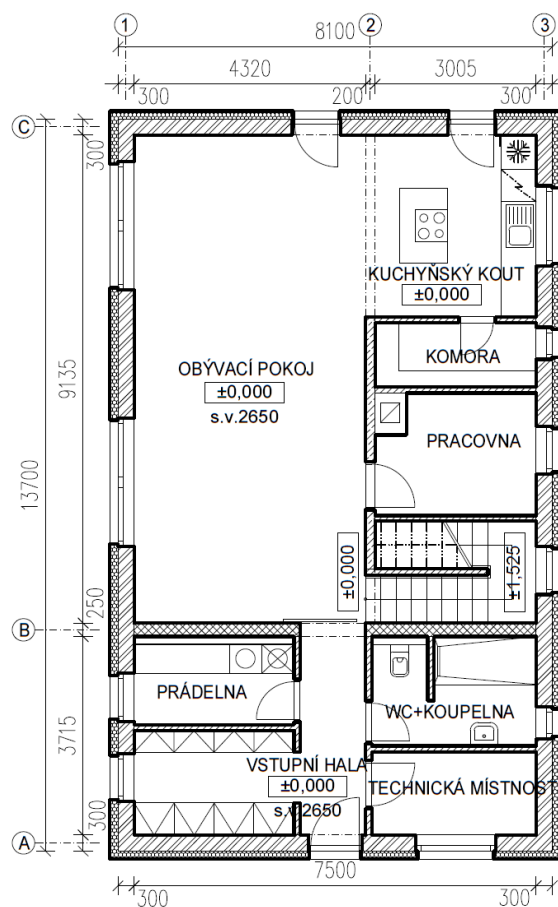
Cílem bakalářské práce bylo navrhnout a porovnat dvě varianty spřažených konstrukcí zadaného objektu. Pro porovnání jsem vybral stropní konstrukci rodinného domu ze systému Rector (Rectorbeton i Rectorlight) a s filigránovými dílci.

Rodinný dům je rozdělen na 2 varianty podle podepření stropní konstrukce. Mezi stěnou A-B objektu je stropní konstrukce pnutá na světlé rozpětí 3,72 m. Mezi stěnami B-C je směr pnutí stropní desky otočen o 90° a rozpětí se liší podle varianty.

- V první variantě je stropní konstrukce objektu uložena na obvodové zdivo 1-3 o světlém rozpětí stropní konstrukce 7,5 m.
- Ve druhé variantě je stropní konstrukce navíc podepřena vnitřní nosnou zděnou stěnou a železobetonovým průvlakem mezi obývacím pokojem a kuchyňským koutem (2). Stropní konstrukce o celkovém světlém rozpětí 7,5 m je podepřena vnitřní stěnou viz Obr. 5.2.



Obr. 5.1 Varianta A - Půdorys 1.NP [15]



Obr. 5.2 Varianta B - Půdorys 1.NP [15]

	Obvodové nosné zdivo Porotherm 30 tl. 300 MM		Vnitřní nosné zdivo Porotherm 17,5 tl. 175 MM		Vnější izolace obvodového zdiva EPS 70F tl. 150 MM
	Vnitřní nosné zdivo Porotherm 24 tl. 240 MM		Vnitřní nenosné zdivo Porotherm 11,5 tl. 115 MM		

5.1. Popis objektu

Rodinný dům obdélníkového půdorysu o rozměrech 14,0 x 8,4 m je řešen jako nepodsklepený objekt o 2 nadzemních podlažích, zastřešený sedlovou střechou. Obvodová nosná konstrukce je zděná z keramických tvarovek Porotherm 30 P+D - s průměrnou pevností v tlaku 15 MPa. Vnitřní nosné zdivo je z keramických tvarovek Porotherm 25 AKU Z - s průměrnou pevností v tlaku 15 MPa a Porotherm 17,5 - s průměrnou pevností v tlaku 10 MPa (jen varianta B). Všechny typy keramických tvarovek jsou uloženy na obyčejnou maltu MC10.

Nosná konstrukce sedlové střechy je z dřevěných příhradových vazníků uložených na železobetonový věnec obvodového zdiva.

Obvodové a vnitřní nosné stěny jsou pod stropem ukončeny a ztuženy věncem ze železobetonu. Stěny, kromě přenosu svislých složek zatížení, svým uspořádáním zajišťují také vodorovnou tuhost objektu.

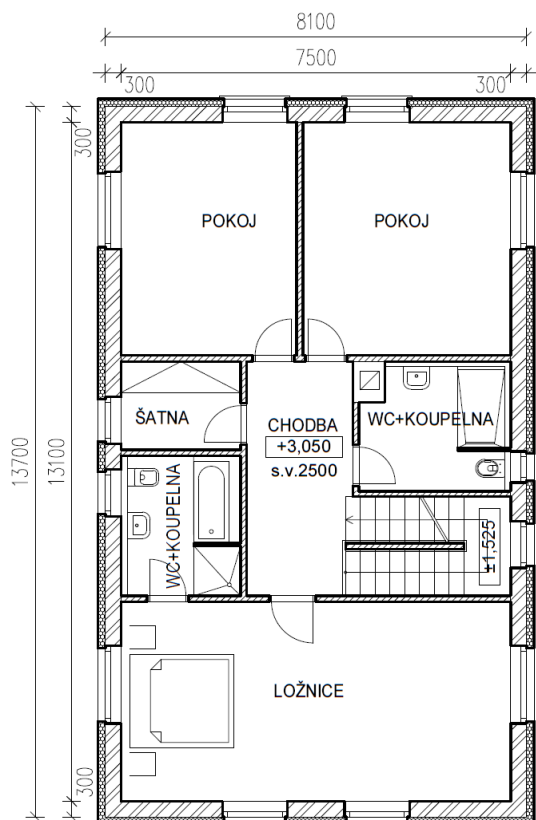
Stropní konstrukce je zatížena skladbou podlahy, příčkami, reakcí schodišťového ramene a užitným zatížením.

Vnitřní příčky v 2.NP jsou navrženy jako sádkartonové Rigips tl. 100 mm a 155 mm.




Schodiště je navrženo jako monolitické železobetonové. Z konstrukčního hlediska je schodiště navrženo jako deskové 2x zalomené s mezipodestou, tloušťky 150 mm, uložené na rozšířenou základovou desku, obvodovou nosnou stěnu a stropní

konstrukci.

V 2.NP se vyskytují 2 typy podlah, keramická dlažba v mokrych provozech a laminátová podlaha ve zbylých místnostech. Pro zjednodušení výpočtu je po celé stropní konstrukci uvažována pouze těžší keramická podlaha.



LEGENDA MATERIÁLŮ

-  Obvodové nosné zdivo Porotherm 30 tl. 300 MM
-  Vnitřní SDK příčky Rigips tl. 100 MM a 155 MM
-  Vnější izolace obvodového zdiva EPS 70F tl. 150 MM

Obr. 5.3 Půdorys 2.NP [15]

5.2. Varianta A - Rectorbeton

Stropní systém RECTORBETON je navrhovaný podle evropské výpočtové metody v souladu s normou ČSN EN 15037-1 (Trámy) a normou ČSN EN 15037-2 (Betonové stropní vložky) pro betonové prefabrikáty. V této kapitole je popsána zjednodušená metoda výpočtu a projektování stropů s využitím tabulek obsahující maximální ohybové momenty a smykové síly, přenášené jedním, dvěma nebo třemi nosníky uloženými vedle sebe v odpovídající sestavě (jednoduché, dvojité a trojitě uložení). Hodnoty maximálních ohybových momentů a smykových sil, které mohou přenést volně uložená žebra stropní konstrukce, jsou v níže uvedené tabulce 5.2 [38].

- **Výpočet**

Návrh:

- **Skupina stropních nosníků RS 110**

RS 111 (1,0–3,0 m), výška 11 cm = 15,5 kg/bm

RS 112 (3,1 – 3,5 m), výška 11 cm = 15,5 kg/bm

RS 113 (3,6 – 4,3 m), výška 11 cm = 15,5 kg/bm

RS 114 (4,4 – 5,0 m), výška 11 cm = 1,5 kg/bm

RS 115 (5,1 – 6,0 m), výška 11 cm = 15,5 kg/bm

- **Skupina stropních nosníků RS 130**

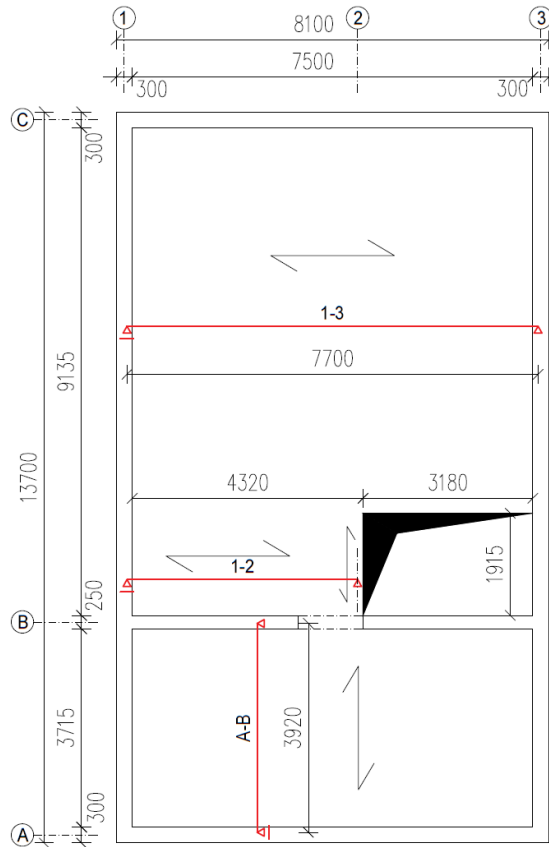
RS 130 RS 136 (6,1 – 6,7 m), výška 13 cm, 19,0 kg/bm

RS 138 (6,8 – 10,0 m), výška 13 cm, 20,0 kg/bm

Tab. 5.1 Hmotnost stropní konstrukce a objem nadbetonávky [38]

Skladba stropu RECTORBETON		Nadbetonávka [m ³ /m ²]			Hmotnost stropu [kg/m ²]		
		jednoduché uložení	dvojitě uložení	trojitě uložení	jednoduché uložení	dvojitě uložení	trojitě uložení
8+6	RS 110	0,059	0,061	0,062	248	257	264
	RS 130	0,058	0,058	0,058	247	255	262
12+4	RS 110	0,049	0,055	0,058	226	245	260
	RS 130	0,048	0,052	0,055	225	244	258
15+4	RS 110	0,056	0,065	0,070	259	284	302
	RS 130	0,055	0,062	0,069	260	284	302
16+4	RS 110	0,058	0,068	0,075	266	293	313
	RS 130	0,058	0,066	0,073	266	293	313
20+4	RS 110	0,068	0,082	0,092	294	331	358
	RS 130	0,068	0,080	0,091	296	332	359
25+4	RS 110	0,091	0,109	0,120	388	428	458
	RS 130	0,091	0,107	0,120	389	429	459

Zvětšení tloušťky nadbetonávky u stropní konstrukce o 10 mm znamená navýšení spotřeby betonu o 0,01 m³ /m² a navýšení hmotnosti stropu o 23 kg/m² [38].



Obr. 5.4 Statické schéma stropní konstrukce - Varianta A [15]

Tab. 5.2 Hodnoty maximálních ohybových momentů a smykových sil pro sestavy na stropních vložkách RP 20 [38]

RECTORBETON									
Tabulka maximálních hodnot M_{Rd} i V_{Rd} pro stropy na stropních vložkách RP20									
Uložení	Typ nosníku	Délka nosníku	Rozpětí stropu	20+4		20+5		20+6	
				M_{Rd}	V_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}
		[m]	[m]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]
Jednoduché uložení $\chi = 59\text{cm}$	1 x RS 111	1,0 - 3,0	0,9 - 2,9	10,47	15,81	10,98	16,49	11,49	17,25
	1 x RS 112	3,1 - 3,5	3,0 - 3,4	10,47	15,81	10,98	16,49	11,49	17,25
	1 x RS 113	3,6 - 4,3	3,5 - 4,2	15,6	15,81	16,38	16,49	17,16	17,25
	1 x RS 114	4,4 - 5,0	4,3 - 4,9	20,72	15,81	21,14	16,49	20,74*	17,25
	1 x RS 115	5,1 - 6,0	5,0 - 5,9	21,57	15,81	21,14*	16,49	20,74*	17,25
	1 x RS 136	5,7 - 6,7	6,0 - 6,6	26,95*	19,38	28,77	20,17	30,48	21,04
	1 x RS 138	6,8 - 9,5	6,7 - 9,4	28,97*	19,38	30,99*	20,17	33,09*	21,04
Dvojitě uložení $\chi = 69\text{cm}$	2 x RS 111	1,0 - 3,0	0,9 - 2,9	20,74	31,26	21,81	32,56	22,83	33,92
	2 x RS 112	3,1 - 3,5	3,0 - 3,4	20,74	31,26	21,81	32,56	22,83	33,92
	2 x RS 113	3,6 - 4,3	3,5 - 4,2	29,6*	31,26	30,98*	32,56	32,17*	33,92
	2 x RS 114	4,4 - 5,0	4,3 - 4,9	36,54*	31,26	38,3*	32,56	39,74*	33,92
	2 x RS 115	5,1 - 6,0	5,0 - 5,9	40,86*	31,26	42,79*	32,56	44,52*	33,92
	2 x RS 136	5,7 - 6,7	6,0 - 6,6	46,05*	34,28	50,31*	35,64	53,41*	37,06
	2 x RS 138	6,8 - 9,5	6,7 - 9,4	46,81*	34,28	51,25*	35,64	55,53*	37,06
Trojitě uložení $\chi = 79\text{cm}$	3 x RS 111	1,0 - 3,0	0,9 - 2,9	31,02	45,26	32,55	47,20	34,07	49,16
	3 x RS 112	3,1 - 3,5	3,0 - 3,4	31,02	45,26	32,55	47,20	34,07	49,16
	3 x RS 113	3,6 - 4,3	3,5 - 4,2	40,62*	45,26	43,22*	47,20	43,58*	49,16
	3 x RS 114	4,4 - 5,0	4,3 - 4,9	50,14*	45,26	49,69*	47,20	48,74*	49,16
	3 x RS 115	5,1 - 6,0	5,0 - 5,9	50,85*	45,26	49,69*	47,20	48,74*	49,16
	3 x RS 136	5,7 - 6,7	6,0 - 6,6	61,24*	47,85	66,97*	49,80	72,68*	51,77
	3 x RS 138	6,8 - 9,5	6,7 - 9,4	62,04*	47,85	67,98*	49,80	73,93*	51,77

*snížené hodnoty vzhledem na překročení dovoleného průhybu a možnosti vzniku trhlin na spodní hraně.

Zatížení - rozpětí 1-3, $L_s = 7,5$ m - RS 138 (6,8 – 10,0 m), výška 13 cm, 20,0 kg/bm:

Stálé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota
skladba konstrukce	g_k [kN.m ⁻²]	γ_G	g_d [kN.m ⁻²]
skladba podlahy	1,50	1,35	2,03
příčky Rigips	0,10	1,35	0,14
Rectorbeton RP 20+4 RS 138 (dvojitě uložení)	3,32	1,35	4,48
CELKEM	4,92	1,35	6,64

Nahodilé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota
	q_k [kN.m ⁻²]	γ_Q	q_d [kN.m ⁻²]
Užitné - kategorie A	1,50	1,5	2,25
CELKEM	1,50	1,5	2,25

Celkové	charak. hodnota		návrhová hodnota
	f_k [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻²]
stálé+nahodilé	6,42		8,89

Posouzení:

RS 138, RP 20+4		
Světlé rozpětí L_s	7,5 m	
Uložení nosníků χ	0,7 m	(dvojitě)
Výška stropu h	0,24 m	
Vnitřní síly:		
	$M_{Ed} = 43,77$ KNm < $M_{Rd} = 46,81$ KNm ... Vyhoví	
	$V_{Ed} = 22,10$ KN < $V_{Rd} = 34,28$ KN ... Vyhoví	

$$M_{Ed} = f_d \cdot L^2 / 8 \cdot \chi = 8,89 \cdot 7,5^2 / 8 \cdot 0,7 = 43,77 \text{ KNm}$$

$$V_{Ed} = f_d \cdot L / 2 \cdot \chi \cdot \left(1 - \frac{5 \cdot h}{3 \cdot L}\right) = 8,89 \cdot 7,5 / 2 \cdot 0,7 \cdot \left(1 - \frac{5 \cdot 0,24}{3 \cdot 7,5}\right) = 22,1 \text{ KN}$$

- Montážní podpěry**

$L_s = 7,5$ m > 5 m => nutné 2 montážní podpěry během realizace, vzdálenosti mezi liniovými podporami - 3m; 1,5m a 3m.

Zatížení - rozpětí A-B, $L_s = 3,72$ m - RS 113 (3,6 – 4,3 m), výška 11 cm, 15,5 kg/bm

Zatížení - rozpětí 1-2, $L_s = 4,2$ m - RS 113 (3,6 – 4,3 m), výška 11 cm, 15,5 kg/bm:

Stálé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota
skladba konstrukce	g_k [kN.m ⁻²]	γ_G	g_d [kN.m ⁻²]
skladba podlahy	1,50	1,35	2,03
příčky Rigips	0,10	1,35	0,14
Rectorbeton RP 20+4 RS 113 (jednoduché uložení)	2,94	1,35	3,97
CELKEM	4,54	1,35	6,13

Nahodilé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota
	q_k [kN.m ⁻²]	γ_Q	q_d [kN.m ⁻²]
Užitné - kategorie A	1,50	1,5	2,25
CELKEM	1,50	1,5	2,25

Celkové	charak. hodnota		návrhová hodnota
	f_k [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻²]
stálé+nahodilé	6,04		8,38

Posouzení - rozpětí A-B:

RS 113, RP 20+4		
Světlé rozpětí L_s	3,72 m	
Uložení nosníků χ	0,59 m	(jednoduché)
Výška stropu h	0,24 m	
Vnitřní síly:		
	$M_{Ed} = 8,55$ KNm < $M_{Rd} = 15,6$ KNm ... Vyhoví	
	$V_{Ed} = 8,21$ KN < $V_{Rd} = 15,81$ KN ... Vyhoví	

Posouzení - rozpětí 1-2:

RS 113, RP 20+4		
Světlé rozpětí L_s	4,2 m	
Uložení nosníků χ	0,59 m	(jednoduché)
Výška stropu h	0,24 m	
Vnitřní síly:		
	$M_{Ed} = 10,90$ KNm < $M_{Rd} = 15,6$ KNm ... Vyhoví	
	$V_{Ed} = 9,39$ KN < $V_{Rd} = 15,81$ KN ... Vyhoví	

$$M_{Ed} = f_d \cdot L^2 / 8 \cdot \chi$$

$$V_{Ed} = f_d \cdot L / 2 \cdot \chi \cdot \left(1 - \frac{5 \cdot h}{3 \cdot L}\right)$$

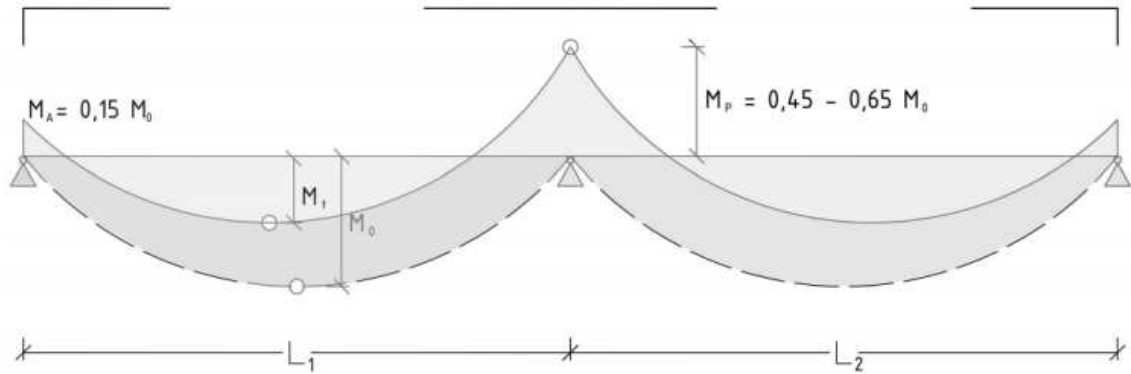
- Montážní podpěry**

$L_s = 2,1 - 4,9$ m => nutná 1 montážní podpěra během realizace v polovině rozpětí.

• **Nadpodporová výztuž a svařovaná síť**

Obdobně jako ostatní vložkové stropy vyžaduje i stropní systém RECTOR dodatečné vyztužení při horním okraji trámu k přenesení záporných ohybových momentů.

V případě volného uložení musí být tato výztuž schopná přenést minimálně 0,15 M_o (kde M_o – mezipodporový moment) [38].



Obr. 5.5 Statické schéma stropní konstrukce bez spojitosti a se zohledněním spojitosti [38]

Rozpětí 1-3:

Zatížení:

M_{Ed}	43,8	KNm
$M_{A,Ed}$	6,6	KNm

Rozměry:

h	240	mm
b	700	mm

Předpoklad:

\varnothing OHYB. VÝZTUŽ	10	mm
A_s	78,5	mm ²

Výpočet:

c_{nom}	25	mm
d	210	mm
μ	0,016	-
ζ	0,992	-
$A_{s,req}$	72	mm ²
n	1	-
$A_{s,prov}$	79	mm ²

POSOUZENÍ:

ÚNOSNOST

x	4,6	mm
z	208,2	mm
M_{Rd}	7,1	KNm
M_{Ed}	6,6	KNm
Vyhoví		

Rozpětí A-B a 1-2:

Zatížení:

M_{Ed}	10,9	KNm
$M_{A,Ed}$	1,6	KNm

Rozměry:

h	240	mm
b	590	mm

Předpoklad:

\varnothing OHYB. VÝZTUŽ	8	mm
A_s	50,3	mm ²

Výpočet:

c_{nom}	25	mm
d	211	mm
μ	0,005	-
ζ	0,995	-
$A_{s,req}$	18	mm ²
n	1	-
$A_{s,prov}$	50	mm ²

POSOUZENÍ:

ÚNOSNOST

x	3,5	mm
z	209,6	mm
M_{Rd}	4,6	KNm
M_{Ed}	1,6	KNm
Vyhoví		

V praxi se používají ohýbané pruty u krajních podpor a přímé pruty u středních podpor. V obou případech používáme pruty o průměru 8 až 14 mm (dle výpočtu v závislosti na způsobu uložení nosníku a výšky nadbetonávky) z oceli A III N. Tyto pruty se ukládají po jednom kusu (v některých případech dle výpočtu po dvou kusech) nad koncem každého nosníku a vážou se ke svařované síti.

V praxi se nejčastěji doporučuje používat svařovanou síť z prutů min. \varnothing 4 mm s oky 20x20 cm nebo síť \varnothing 4 mm s oky 20x30 cm s uložení v hustším rozestupu ok kolmo na nosníky RECTOR [38]. Nadbetonávka je provedena z betonu C20/25.

- **Návrh skrytého průvlaku (výměny) u schodiště**

Zatížení - schodišťová výměna:

Stálé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota	zat. šířka	návrhová hodnota
skladba konstrukce	g_k [kN.m ⁻²]	γ_G	g_d [kN.m ⁻²]	L [m]	g_d [kN.m ⁻¹]
skladba podlahy	1,50	1,35	2,03	2,16	4,37
příčky Rigips	0,10	1,35	0,14	2,16	0,29
Rectorbeton RP 20+4 RS 113(jednoduché uložení)	2,94	1,35	3,97	2,16	8,57
schodiště	6,50	1,35	8,78	1,59	13,95
vlastní tíha výměny	6,00	1,35	8,10	0,20	1,62
CELKEM	17,04	1,35	23,00		28,81

Nahodilé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota	zat. šířka	návrhová hodnota
	q_k [kN.m ⁻²]	γ_Q	q_d [kN.m ⁻²]	L [m]	q_d [kN.m ⁻¹]
Užitné - kategorie A	1,50	1,50	2,25	2,16	4,86
Užitné - kategorie A - schodiště	3,00	1,50	4,50	1,59	7,16
CELKEM	4,50	1,50	6,75		12,02

Celkové	charak. hodnota		návrhová hodnota		návrhová hodnota
	f_k [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻¹]
stálé+nahodilé	21,54		29,75		40,83

Materiály			
Beton C20/25	$f_{ck} =$ 20 Mpa	$\gamma_M =$ 1,5	$f_{cd} =$ 13,33 Mpa
Ocel B500B	$f_{yk} =$ 500 MPa	$\gamma_M =$ 1,15	$f_{yd} =$ 434,78 MPa

Zatížení:

M_{Ed}	19,0	KNm
V_{Ed}	39,4	KN

Rozměry:

h_T	240	mm
b_T	200	mm
L_T	1930	mm

Ověření rozměrů výměny:

μ	0,176	-
ζ	0,902	-
ξ	0,234	-
ξ	0,15 - 0,40	
Vyhoví		

Předpoklad:

\varnothing OHYB. VÝZTUŽ	12	mm
A_s	113,1	mm ²
\varnothing SMYK. VÝZTUŽ	8	mm
A_{sw}	100,5	mm ²

Výpočet:

c_{nom}	25	mm
f_{ctm}	2,2	MPa
d	201	mm
μ	0,176	-
ζ	0,902	-
$A_{s,req}$	241	mm ²
n	3	-
$A_{s,prov}$	339	mm ²

POSOUZENÍ:**A) ÚNOSNOST**

x	69,1	mm
z	173,3	mm
M_{Rd}	25,6	KNm
M_{Ed}	19,0	KNm
Vyhoví		

B) KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

$A_{s,min}$	52	mm ²
$A_{s,prov}$	339	mm ²
$A_{s,max}$	1608	mm ²
Vyhoví		
s	61	mm
s_{max}	250	mm
Vyhoví		
sl	49	mm
sl_{min}	21	mm
Vyhoví		
ξ	0,34	-
$\xi_{bal,1}$	0,45	-
Vyhoví		

Smyková výztuž:**Zatížení:**

v	0,552	-
V_{Ed}	39,4	KN
$V_{Rd,max}$	123,3	KN
Vyhoví		

NÁVRHOVÉ TŘMÍNKY:

$V_{Ed,1}$	33,3	KN
$s_1 <$	150,8	mm
s_1	150	mm

Návrh: třmínek dvoustřížný
 $\varnothing 8/150$ mm

POSOUZENÍ:**A) ÚNOSNOST**

$V_{Rd,1}$	65,7	KN
$V_{Ed,1}$	33,3	KN
Vyhoví		

B) KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

$\rho_{sw,min}$	0,0007	-
ρ_{sw}	0,0034	-
$\rho_{sw,max}$	0,0085	-
Vyhoví		

KONSTRUKČNÍ TŘMÍNKY:

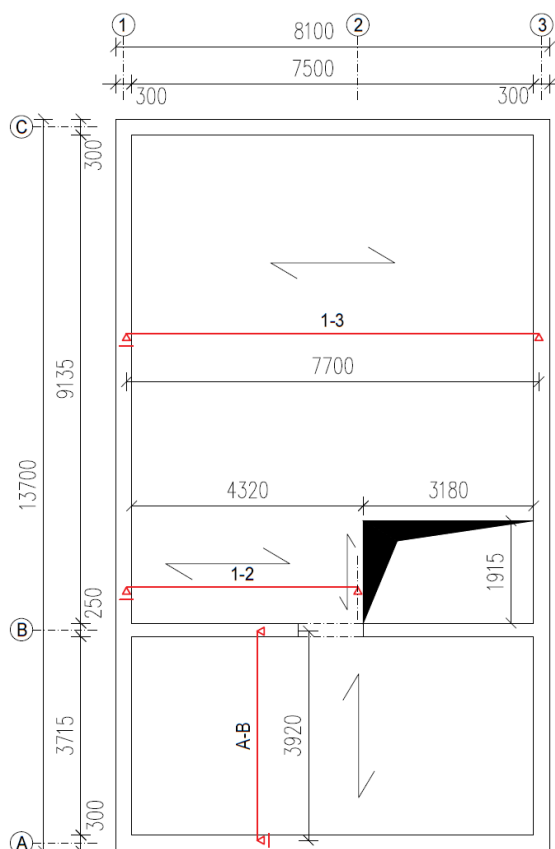
s_{max}	150,75	mm
$\Rightarrow s_{max}$	150	mm

Návrh: třmínek dvoustřížný
 $\varnothing 8/150$ mm v celé výměně

- **Výkres skladby viz Příloha 1.**

5.3. Varianta A - Rectorlight

Žebírkové stropy systému RECTOLIGHT jsou navrhovány podle evropské výpočtové metody, v souladu s normou ČSN-EN 15037-1. Přehled max. ohybových momentů a posouvacích sil, které mohou přenášet prostě uložené nosníky stropní konstrukce, jsou v tabulce 5.4 [39].



Obr. 5.4 Statické schéma stropní konstrukce - Varianta A [15]

- **Výpočet**

Návrh:

Návrh stropního systému Rectorlight je totožný jako návrh systému Rectorbeton. Liší se pouze zatížením, lehké stropní vložky RL mají menší vlastní tíhu než betonové stropní vložky systému Rectorbeton. Systém Rectorlight navíc obsahuje nutný zavěšený podhled.

Tab. 5.3 Hmotnost stropní konstrukce a objem nadbetonávky [39]

Stropní systém RECTOLIGHT		objem nadbetonávky [m ³ /m ²]			Hmotnost stropu [kg/m ²]		
		jednoduché uložení	dvojitě uložení	trojitě uložení	jednoduché uložení	dvojitě uložení	trojitě uložení
12+4	RS 110	0,060	0,064	0,067	187	212	231
	RS 130	0,058	0,061	0,064	187	212	231
16+4	RS 110	0,074	0,081	0,087	219	253	279
	RS 130	0,072	0,079	0,084	220	255	280
20+4	RS 110	0,094	0,104	0,112	269	310	340
	RS 130	0,093	0,103	0,110	271	312	342

Zvětšení tloušťky nadbetonávky u stropní konstrukce o 10 mm znamená navýšení spotřeby betonu o 0,01 m³ /m² a navýšení hmotnosti stropu o 23 kg/m² [39].

Tab. 5.4 Přehled max. ohybových momentů a posouvajících sil pro soustavy se stropnicemi RL 20 [39]

RECTOLIGHT									
Tabulka max hodnot M_{Rd} i V_{Rd} pro stropy s vložkami RL20									
Uložení nosníků	Typ nosníku	Délka nosníků	Rozpětí stropu	20+4		20+5		20+6	
				M_{Rd}	V_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}
		[m]	[m]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]
Jednoduché $\chi = 59\text{cm}$	1 x RS 111	1,0 - 3,0	0,9 - 2,9	10,57	14,47	11,08	15,13	11,59	15,83
	1 x RS 112	3,1 - 3,5	3,0 - 3,4	10,57	14,47	11,08	15,13	11,59	15,83
	1 x RS 113	3,6 - 4,3	3,5 - 4,2	15,76	14,47	16,54	15,13	17,32	15,83
	1 x RS 114	4,4 - 5,0	4,3 - 4,9	20,86	14,47	21,6	15,13	21,1	15,83
	1 x RS 115	5,1 - 6,0	5,0 - 5,9	22,06	14,47	22,38	15,13	23,56	15,83
	1 x RS 136	6,1 - 6,7	6,0 - 6,6	26,73	18,08	28,83	18,87	30,76	19,71
	1 x RS 138	6,8 - 9,5	6,7 - 9,4	27,41	18,08	29,82	18,87	32,18	19,71
Dvojitě $\chi = 69\text{cm}$	2 x RS 111	1,0 - 3,0	0,9 - 2,9	21	28,48	22,02	29,76	23,04	31,07
	2 x RS 112	3,1 - 3,5	3,0 - 3,4	21	28,48	22,02	29,76	23,04	31,07
	2 x RS 113	3,6 - 4,3	3,5 - 4,2	29,43	28,48	31,13	29,76	32,36	31,07
	2 x RS 114	4,4 - 5,0	4,3 - 4,9	36,34	28,48	38,47	29,76	39,97	31,07
	2 x RS 115	5,1 - 6,0	5,0 - 5,9	39	28,48	42,32	29,76	44,69	31,07
	2 x RS 136	6,1 - 6,7	6,0 - 6,6	42,59	35,68	46,26	37,23	50,01	38,81
	2 x RS 138	6,8 - 9,5	6,7 - 9,4	43,18	35,68	47,15	37,23	50,94	38,81
Trojitě $\chi = 79\text{cm}$	3 x RS 111	1,0 - 3,0	0,9 - 2,9	31,33	42,3	32,82	44,22	34,38	46,16
	3 x RS 112	3,1 - 3,5	3,0 - 3,4	31,33	42,3	32,82	44,22	34,38	46,16
	3 x RS 113	3,6 - 4,3	3,5 - 4,2	40,54	42,3	43,15	44,22	44,23	46,16
	3 x RS 114	4,4 - 5,0	4,3 - 4,9	49,79	42,3	50,54	44,22	50,66	46,16
	3 x RS 115	5,1 - 6,0	5,0 - 5,9	51,75	42,3	54,01	44,22	56,76	46,16
	3 x RS 136	6,1 - 6,7	6,0 - 6,6	56,95	51,77	61,94	54,03	67,04	56,31
	3 x RS 138	6,8 - 9,5	6,7 - 9,4	57,71	51,77	62,9	54,03	68,05	56,31

Z důvodu redukce obsahu bakalářské práce a shodného návrhu zde jsou uvedeny pouze výsledné hodnoty.

Posouzení:

Rozpětí	Světlé rozpětí L_s	Nosníky a vložky	Uložení nosníků χ	Výška stropu h	Zatížení f_d [kN.m ⁻²]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	V_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]
1-2	4,2 m	RS 138, RL 20+5	(dvojitě) 0,7	0,25 m	9,24	11,27	16,54	9,67	15,13
1-3	7,5 m	RS 138, RL 20+5	(dvojitě) 0,7	0,25 m	8,66	45,49	47,15	22,91	37,23
A-B	3,72 m	RS 138, RL 20+5	(dvojitě) 0,7	0,25 m	8,66	8,84	16,54	8,44	15,13
VYHOVÍ									

$$M_{Ed} = f_d \cdot L^2 / 8 \cdot \chi$$

$$V_{Ed} = f_d \cdot L / 2 \cdot \chi \cdot \left(1 - \frac{5 \cdot h}{3 \cdot L}\right)$$

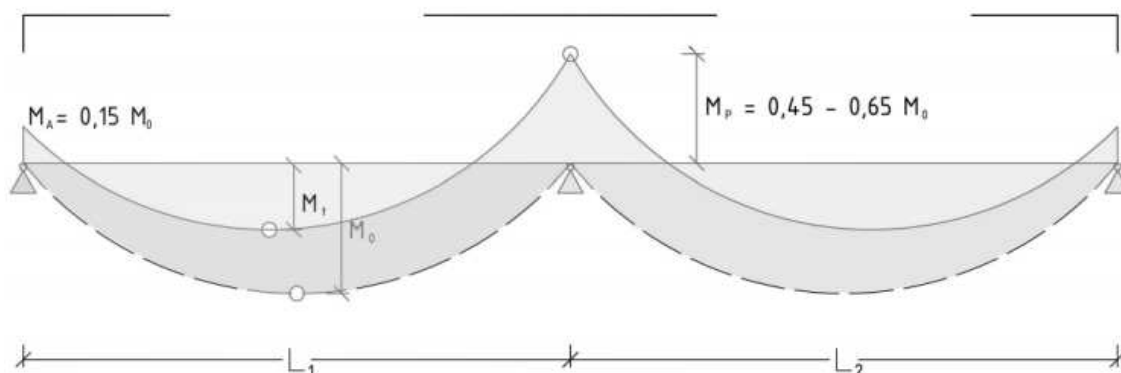
• Montážní podpěry

Rozpětí 1-2 a A-B: $L_s = 2,1 - 4,9 \text{ m} \Rightarrow$ nutná 1 montážní podpěra během realizace v polovině rozpětí.

Rozpětí 1-3: $L_s = 7,5 \text{ m} > 5 \text{ m} \Rightarrow$ nutné 2 montážní podpěry během realizace, vzdálenosti mezi liniovými podporami - 3m; 1,5m a 3m.

- **Nadpodporová výztuž a svařovaná síť**

Obdobně jako ostatní vložkové stropy vyžaduje i stropní systém RECTOR dodatečné vyztužení při horním okraji trámu k přenesení záporných ohybových momentů. V případě volného uložení musí být tato výztuž schopná přenést minimálně $0,15 M_0$ (kde M_0 – mezipodporový moment) [39].



Obr. 5.5 Statické schéma stropní konstrukce bez spojitosti a se zohledněním spojitosti [39]

Rozpětí 1-2 a A-B: $M_{A,Ed} = 1,7 \text{ KNm}$ - Návrh: $1\text{Ø}8 \text{ mm}$, $M_{Rd} = 4,8 \text{ KNm}$

Rozpětí 1-3: $M_{A,Ed} = 6,8 \text{ KNm}$ - Návrh: $1\text{Ø}10 \text{ mm}$, $M_{Rd} = 7,5 \text{ KNm}$

V praxi se používají ohýbané pruty u krajních podpor a přímé pruty u středních podpor. V obou případech používáme pruty o průměru 8 až 14 mm (dle výpočtu v závislosti na způsobu uložení nosníku a výšce nadbetonávky) z oceli A III N. Tyto pruty se ukládají po jednom kusu (v některých případech dle výpočtu po dvou kusech) nad koncem každého nosníku a vážou se ke svařované síti.

V praxi se nejčastěji doporučuje používat svařovanou síť z prutů min. $\text{Ø} 4 \text{ mm}$ s oky $20 \times 20 \text{ cm}$ nebo síť $\text{Ø} 4 \text{ mm}$ s oky $20 \times 30 \text{ cm}$ s uložení v hustším rozestupu ok kolmo na nosníky RECTOR [39]. Nadbetonávka je provedena z betonu C20/25.

- **Návrh skrytého průvzlaku (výměny) u schodiště**

Zatížení:

$$f_d = 41,44 \text{ KN/m}$$

$$M_{Ed} = 19,3 \text{ KNm}$$

$$V_{Ed} = 40,0 \text{ KN}$$

Rozměry:

$$200 \times 250 \times 1930 \text{ mm}$$

Únosnost:

$$M_{Rd} = 27,0 \text{ KNm}$$

$$V_{Rd} = 69,1 \text{ KN}$$

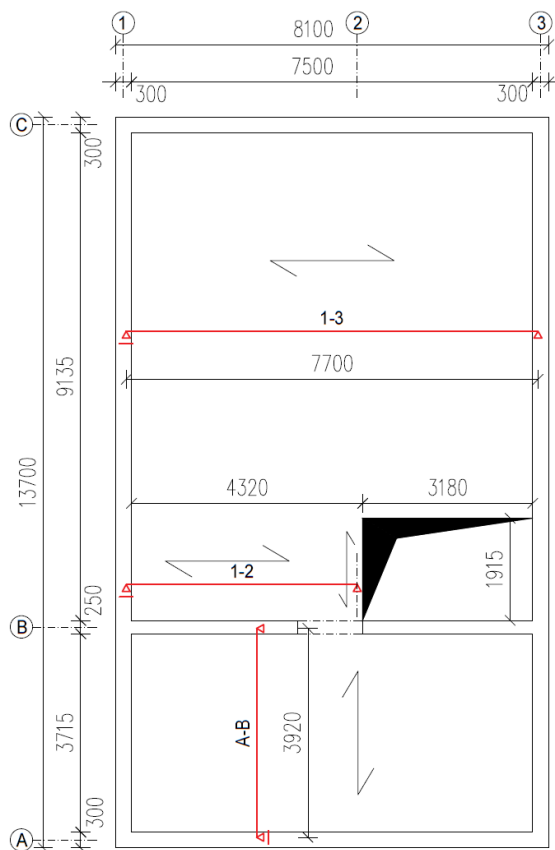
Navržená výztuž:

$$\text{Ohyb: } 3\text{Ø}12$$

$$\text{smyk: třmínek dvoustržný } \text{Ø}8 \text{ á } 150 \text{ mm}$$

- **Výkres skladby viz Příloha 2.**

5.4. Varianta A - Filigránová stropní konstrukce



Obr. 5.4 Statické schéma stropní konstrukce - Varianta A [15]

• Výpočet

• Návrh tloušťky desky

1) Empirický návrh:

$$h_{d1} = (1/25 \div 1/20) \cdot L = (1/25 \div 1/20) \cdot 7600 = 304 \div 380 \text{ mm}$$

2) Podle ohybové štíhlosti:

$$h_{d2} = d_2 + \varnothing/2 + c_{nom}$$

$$d_2 \geq \frac{L}{\kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab}} = \frac{7600}{1 \cdot 0,92 \cdot 1,25 \cdot 20} = 330 \text{ mm}$$

$$h_{d2} = d_2 + \varnothing/2 + c_{nom} = 330 + 10/2 + 15 = 350 \text{ mm}$$

Navrhují spřaženou konstrukci vylehčenou pomocí izolačních desek EPS 150 S tl. 180 mm mezi prostorovou příhradovou výztuží. Vlastní tíha desky je počítána jako - 65% železobeton ($\rho=25 \text{ KN/m}^3$) a 35% EPS ($\rho=0,035 \text{ KN/m}^3$).

Návrh:

h_d	300 mm
d	280 mm

$$m_{Ed,max} = \frac{1}{8} \cdot f_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 11,0 \cdot 7,6^2 = 79,39 \text{ KNm}$$

Ověření rozměrů desky:

$m_{Ed,max}$	79,39 KNm
μ	0,076 -
ζ	0,960 -
ξ	0,099 -
ξ	$\leq 0,10$ ✓

- Materiály**

Monolitická část			
Beton C20/25	$f_{ck} = 20$ Mpa	$\gamma_M = 1,5$	$f_{cd} = 13,33$ Mpa
Ocel B500B	$f_{yk} = 500$ MPa	$\gamma_M = 1,15$	$f_{yd} = 434,78$ MPa

Prefabrikované dílce			
Beton C25/30	$f_{ck} = 25$ Mpa	$\gamma_M = 1,5$	$f_{cd} = 16,67$ Mpa
Ocel B500B	$f_{yk} = 500$ MPa	$\gamma_M = 1,15$	$f_{yd} = 434,78$ MPa

- Zatížení - finální stav**

Stálé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota
skladba konstrukce	g_k [kN.m ⁻²]	γ_G	g_d [kN.m ⁻²]
skladba podlahy	1,50	1,35	2,03
příčky Rigips	0,10	1,35	0,14
ŽB deska tl. 300 mm - vylehčená pomocí EPS desek tl. 180 mm	4,88	1,35	6,59
CELKEM	6,48	1,35	8,75

Nahodilé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota
	q_k [kN.m ⁻²]	γ_Q	q_d [kN.m ⁻²]
Užitné - kategorie A	1,50	1,5	2,25
CELKEM	1,50	1,5	2,25

Celkové	charak. hodnota		návrhová hodnota
	f_k [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻²]
stálé+nahodilé	7,98		11,00

Rozpětí 1-3:

$$m_{Ed,max} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2 \cdot b = 1/8 \cdot 11,0 \cdot 7,6^2 \cdot 1 = \mathbf{79,4 \text{ KNm}}$$

Rozpětí A-B:

$$m_{Ed} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2 \cdot b = 1/8 \cdot 11,0 \cdot 3,82^2 \cdot 1 = \mathbf{20,1 \text{ KNm}}$$

- **Návrh - finální stav**

Rozpětí 1-3, $L = 7,6$ m:

$m_{Ed,max}$	79,4	KNm
μ	0,076	-
ζ	0,960	-
ξ	0,099	-
ξ	$\leq 0,10$	
Vyhoví		

Výpočet:

$a_{s,req}$	679	mm ²
$a_{s,prov}$	714	mm ²
NÁVRH: $\varnothing 10$ á 110 mm		

POSOUZENÍ:

A) ÚNOSNOST

x	29,1	mm
z	268,4	mm
m_{Rd}	83,3	KNm
m_{Ed}	79,4	KNm
Vyhoví		

B) KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

$a_{s,min}$	364	mm ²
$a_{s,prov}$	714	mm ²
$a_{s,max}$	11200	mm ²
Vyhoví		
ξ	0,10	-
ξ_{max}	0,1	-
Vyhoví		
$S_{l,min}$	21	mm
S_{max}	300	mm
Vyhoví		

Rozpětí A-B, $L = 3,82$ m:

L	3820	mm
\varnothing OHYB. VÝZTUŽ	10	mm
a_s	78,5	mm ²
h_d	300	mm
d	280	mm
$m_{Ed,max}$	20,1	KNm
μ	0,019	-
ζ	0,990	-
$a_{s,req}$	166	mm ²
$a_{s,prov}$	393	mm ²
NÁVRH: $\varnothing 10$ á 200 mm		

POSOUZENÍ:

A) ÚNOSNOST

x	16,0	mm
z	273,6	mm
m_{Rd}	46,7	KNm
m_{Ed}	20,1	KNm
Vyhoví		

B) KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

$a_{s,min}$	364	mm ²
$a_{s,prov}$	393	mm ²
$a_{s,max}$	11200	mm ²
Vyhoví		
ξ	0,06	-
ξ_{max}	0,1	-
Vyhoví		
$S_{l,min}$	21	mm
S_{max}	300	mm
Vyhoví		

- **Montážní stav**

Únosnost prefabrikovaných částí stropní desky se posoudí podle ČSN, viz kapitola 4.4.2. *Montážní podepření a změna statického schématu*. Montážní zatížení je v kapitole 4.4.2 na Obr. 4.19 *Zatížení v montážním stavu podle [5] a [6]*.

Výpočet a návrh železobetonových desek na montážní stav je podrobně popsán v [2]. Výsledkem je tab. 5.5, ve které jsou vypočteny maximální rozestupy montážních liniových podpor a únosnost příhradové výztuže pro jednotlivé tloušťky desek.

Tyto hodnoty byly experimentálně ověřeny a experiment prokázal, že hodnoty z tab. 5.5 jsou na straně bezpečnosti (mají rezervy) viz [2].

Tab. 5.5 *Návrhová únosnost prefabrikované části sprážené stropní konstrukce podle [5] a [6] a maximální rozestupy montážních liniových podpor [2]*

Příhradová výztuž dle obr. 1		Únosnost příhradové výztuže		Únosnost příhradové výztuže		Maximální rozestupy montážních liniových podpor			
označení	výška [mm]	v ohybu [kNm]	ve smyku [kN]	v ohybu [kNm]	ve smyku [kN]	tloušťka desky [mm]	rozestup **) [m]	tloušťka desky [mm]	rozestup *) [m]
D7/5	70	1,09	3,52	1,82	5,87	120	1,60	140	1,48
D8/5	80	1,20	4,02	2,00	6,70	130	1,72	150	1,54
D9/5	90	1,30	4,52	2,17	7,53	140	1,75	160	1,57
D10/5	100	1,46	5,02	2,43	8,37	150	1,77	170	1,58
D11/5	110	1,53	5,52	2,55	9,20	160	1,78	180	1,59
D12/5	120	1,59	6,03	2,65	10,05	170	1,78	190	1,59
D13/5	130	1,64	6,53	2,73	10,88	180	1,78	200	1,58
D14/5	140	1,68	7,03	2,80	11,72	190	1,77	210	1,58
D15/5	150	1,72	7,31	2,87	12,18	200	1,76	220	1,57
D16/5	160	1,75	7,07	2,92	11,78	210	1,74	230	1,55
D17/5	170	1,77	6,80	2,95	11,33	220	1,72	240	1,54
D18/5	180	1,79	6,52	2,98	10,87	230	1,70	250	1,52
D19/5	190	1,80	6,25	3,00	10,42	240	1,68	260	1,50
D20/5	200	1,81	5,97	3,02	9,95	250	1,56	270	1,46
D21/5	210	1,81	5,70	3,02	9,50	260	1,44	280	1,35
D22/5	220	1,81	5,43	3,02	9,05	270	1,33	290	1,25
D23/5	230	1,81	5,17	3,02	8,62	280	1,22	300	1,15
D24/5	240	1,81	4,93	3,02	8,22	290	1,13		
D25/5	250	1,81	4,69	3,02	7,82	300	1,05		

Příhradová výztuž je umístěna po 600 mm, *) uložení horní výztuže podle obr. 6a, **) uložení horní výztuže podle obr. 6b

Jelikož deska tl. 300 mm je vylehčena pomocí EPS desek, nebude zatížení od vlastní tíhy tak velké, jako je bráno při výpočtu v [2].

Zatížení od vlastní tíhy vylehčené desky je 4,48 KN/m² (char. hodnota), tj. cca vlastní tíha železobetonové desky tl. 200 mm (0,2·25 = 5 KN/m²). Proto montážní podepření pro desku tl. 250 mm zcela jistě vyhoví => **Návrh montážního liniového montážního podepření maximálně po 1,5 m.**

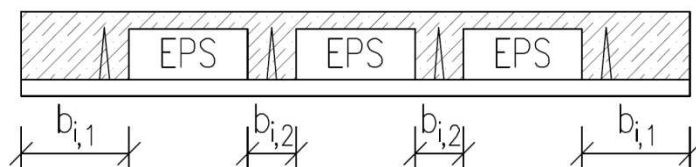
=> Rozpětí 1-3: 4 podpory po 1,5m.

Rozpětí A-B: 2 podpory po 1,24m.

- **Spřažení**

Spřažení bude podrobně popsáno na spřaženém průvlaku v kap. 5.5-5.7 Varianty B.

Spřažení filigránových desek pomocí prostorové příhradové výztuže a zdrsňeného povrchu navrhuje výrobce jako plné spřažení. Každý výrobce má typizované vzdálenosti a profily výztuží pro jednotlivé prvky. V tomto případě vylehčené desky se však musí za b_i dosadit redukováná třecí plocha mezi betony.



Obr. 5.6 Vylehčená stropní konstrukce - šířky třecích ploch [15]

- **Návrh skrytého průvlaku (výměny) u schodiště**

Výpočet výměny u schodišťového prostoru je obdobný jako u variant Rector. Navržená výměna viz výkres skladby.

Rozměry průvlaku (bxh): 200x300 mm.

Výsledné profily: dolní ohybová výztuž - 2 \varnothing 12,
třmínky - \varnothing 8/190 mm v celém průřezu.

- **Výkres skladby** viz Příloha 3.

5.5. Varianta B - Rectorbeton

- **Výpočet**

Návrh:

- **Skupina stropních nosníků RS 110**

RS 111 (1,0–3,0 m), výška 11 cm = 15,5 kg/bm

RS 112 (3,1 – 3,5 m), výška 11 cm = 15,5 kg/bm

RS 113 (3,6 – 4,3 m), výška 11 cm = 15,5 kg/bm

RS 114 (4,4 – 5,0 m), výška 11 cm = 1,5 kg/bm

RS 115 (5,1 – 6,0 m), výška 11 cm = 15,5 kg/bm

- **Skupina stropních nosníků RS 130**

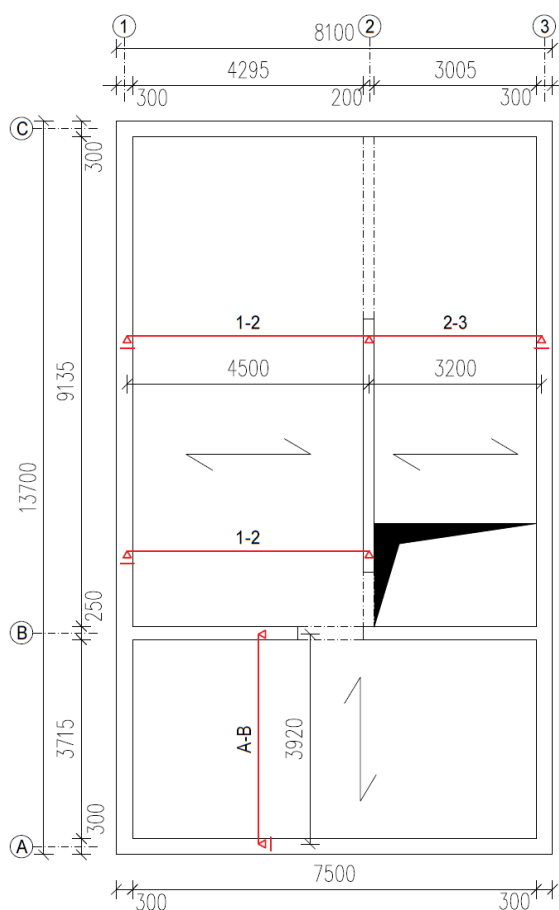
RS 130 RS 136 (6,1 – 6,7 m), výška 13 cm, 19,0 kg/bm

RS 138 (6,8 – 10,0 m), výška 13 cm, 20,0 kg/bm

Tab. 5.1 Hmotnost stropní konstrukce a objem nadbetonávky [38]

Skladba stropu RECTORBETON		Nadbetonávka [m ³ /m ²]			Hmotnost stropu [kg/m ²]		
		jednoduché uložení	dvojitě uložení	trojitě uložení	jednoduché uložení	dvojitě uložení	trojitě uložení
8+6	RS 110	0,059	0,061	0,062	248	257	264
	RS 130	0,058	0,058	0,058	247	255	262
12+4	RS 110	0,049	0,055	0,058	226	245	260
	RS 130	0,048	0,052	0,055	225	244	258
15+4	RS 110	0,056	0,065	0,070	259	284	302
	RS 130	0,055	0,062	0,069	260	284	302
16+4	RS 110	0,058	0,068	0,075	266	293	313
	RS 130	0,058	0,066	0,073	266	293	313
20+4	RS 110	0,068	0,082	0,092	294	331	358
	RS 130	0,068	0,080	0,091	296	332	359
25+4	RS 110	0,091	0,109	0,120	388	428	458
	RS 130	0,091	0,107	0,120	389	429	459

Zvětšení tloušťky nadbetonávky u stropní konstrukce o 10 mm znamená navýšení spotřeby betonu o 0,01 m³/m² a navýšení hmotnosti stropu o 23 kg/m² [38].



Obr. 5.7 Statické schéma stropní konstrukce - Varianta B [15]

Tab. 5.6 Hodnoty maximálních ohybových momentů a smykových sil pro sestavy na stropních vložkách RP 12 [38]

RECTORBETON									
Tabulka maximálních hodnot M_{Rd} i V_{Rd} pro stropy na stropních vložkách RP12									
Uložení	Typ nosniku	Délka nosniku	Rozpětí stropu	12+4		12+5		12+6	
				M_{Rd}	V_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}
		[m]	[m]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]
Jednoduché uložení $\chi = 59\text{cm}$	1 x RS 111	1,0 - 3,0	0,9 - 2,9	6,40	9,88	6,91	10,57	7,42	11,29
	1 x RS 112	3,1 - 3,5	3,0 - 3,4	6,40	9,88	6,91	10,57	7,42	11,29
	1 x RS 113	3,6 - 4,3	3,5 - 4,2	9,07	9,88	9,97	10,57	10,91	11,29
	1 x RS 114	4,4 - 5,0	4,3 - 4,9	11,22*	9,88	12,31*	10,57	13,4*	11,29
	1 x RS 115	5,1 - 6,0	5,0 - 5,9	12,56*	9,88	13,8*	10,57	15,06*	11,29
	1 x RS 136	5,7 - 6,7	6,0 - 6,6	14,21*	12,01	15,75*	13,16	16,87*	13,98
	1 x RS 138	6,8 - 9,5	6,7 - 9,4	14,87*	12,01	16,59*	13,16	17,75*	13,98
Dvojitě uložení $\chi = 69\text{cm}$	2 x RS 111	1,0 - 3,0	0,9 - 2,9	12,63	19,73	13,68	20,90	14,69	22,25
	2 x RS 112	3,1 - 3,5	3,0 - 3,4	12,63	19,73	13,68	20,90	14,69	22,25
	2 x RS 113	3,6 - 4,3	3,5 - 4,2	16,35*	19,73	17,97*	20,90	19,55*	22,25
	2 x RS 114	4,4 - 5,0	4,3 - 4,9	20,08*	19,73	22,12*	20,90	24,11*	22,25
	2 x RS 115	5,1 - 6,0	5,0 - 5,9	20,86*	19,73	23,54*	20,90	26,25*	22,25
	2 x RS 136	5,7 - 6,7	6,0 - 6,6	22,55*	22,91	25,48*	23,83	28,46*	25,05
	2 x RS 138	6,8 - 9,5	6,7 - 9,4	23,13*	22,91	26,02*	23,83	28,94*	25,05
Trojitě uložení $\chi = 79\text{cm}$	3 x RS 111	1,0 - 3,0	0,9 - 2,9	18,47	28,84	20,22	30,38	21,87	32,20
	3 x RS 112	3,1 - 3,5	3,0 - 3,4	18,47	28,84	20,22	30,38	21,87	32,20
	3 x RS 113	3,6 - 4,3	3,5 - 4,2	23,11*	28,84	25,26*	30,38	27,33*	32,20
	3 x RS 114	4,4 - 5,0	4,3 - 4,9	26,34*	28,84	29,72*	30,38	33,14*	32,20
	3 x RS 115	5,1 - 6,0	5,0 - 5,9	27,5*	28,84	31,07*	30,38	34,71*	32,20
	3 x RS 136	5,7 - 6,7	6,0 - 6,6	29,79*	32,67	33,7*	33,68	37,69*	35,12
	3 x RS 138	6,8 - 9,5	6,7 - 9,4	30,62*	32,67	34,37*	33,68	38,29*	35,12

*snížené hodnoty vzhledem na překročení dovoleného průhybu a možnosti vzniku trhlin na spodní hraně.

Zatížení - Rozpětí 1-2, $L_s = 4,3$ m - RS 114 (4,4 – 5,0 m), výška 11 cm, 15,5 kg/bm:

Stálé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota
skladba konstrukce	g_k [kN.m ⁻²]	γ_G	g_d [kN.m ⁻²]
skladba podlahy	1,50	1,35	2,03
příčky Rigips	0,10	1,35	0,14
Rectorbeton RP 12+4 RS 114 (jednoduché uložení)	2,26	1,35	3,05
CELKEM	3,86	1,35	5,21

Nahodilé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota
	q_k [kN.m ⁻²]	γ_Q	q_d [kN.m ⁻²]
Užitné - kategorie A	1,50	1,5	2,25
CELKEM	1,50	1,5	2,25

Celkové	charak. hodnota		návrhová hodnota
	f_k [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻²]
stálé+nahodilé	5,36		7,46

Posouzení:

RS 114, RP 12+4		
Světlé rozpětí L_s	4,3 m	
Uložení nosníků χ	0,59 m	(jednoduché)
Výška stropu h	0,16 m	
Vnitřní síly:		
	$M_{Ed} = 10,17$ KNm < $M_{Rd} = 11,22$ KNm ... Vyhoví	
	$V_{Ed} = 8,88$ KN < $V_{Rd} = 9,88$ KN ... Vyhoví	

$$M_{Ed} = f_d \cdot L^2 / 8 \cdot \chi = 7,46 \cdot 4,3^2 / 8 \cdot 0,59 = 10,17 \text{ KNm}$$

$$V_{Ed} = f_d \cdot L / 2 \cdot \chi \cdot \left(1 - \frac{5 \cdot h}{3 \cdot L}\right) = 7,46 \cdot 4,3 / 2 \cdot 0,59 \cdot \left(1 - \frac{5 \cdot 0,16}{3 \cdot 4,3}\right) = 8,88 \text{ KN}$$

Zatížení - Rozpětí 2-3, $L_s = 3,01$ m - RS 112 (3,1 – 3,5 m), výška 11 cm, 15,5 kg/bm:

- totožné jako u rozpětí 1-2: $f_d = 7,46$ KN/m².

Posouzení:

RS 112, RP 12+4		
Světlé rozpětí L_s	3,01 m	
Uložení nosníků χ	0,59 m	(jednoduché)
Výška stropu h	0,16 m	
Vnitřní síly:		
	$M_{Ed} = 4,99$ KNm < $M_{Rd} = 6,40$ KNm ... Vyhoví	
	$V_{Ed} = 6,04$ KN < $V_{Rd} = 9,88$ KN ... Vyhoví	

Zatížení - Rozpětí A-B, $L_s = 3,72$ m - RS 113 (3,6 – 4,3 m), výška 11 cm, 15,5 kg/bm:

- totožné jako u rozpětí 1-2: $f_d = 7,46$ KN/m².

Posouzení:

RS 113, RP 12+4		
Světlé rozpětí L_s	3,72 m	
Uložení nosníků χ	0,59 m	(jednoduché)
Výška stropu h	0,16 m	
Vnitřní síly:		
	$M_{Ed} = 7,61$ KNm < $M_{Rd} = 9,07$ KNm ... Vyhoví	
	$V_{Ed} = 7,60$ KN < $V_{Rd} = 9,88$ KN ... Vyhoví	

- **Montážní podpěry**

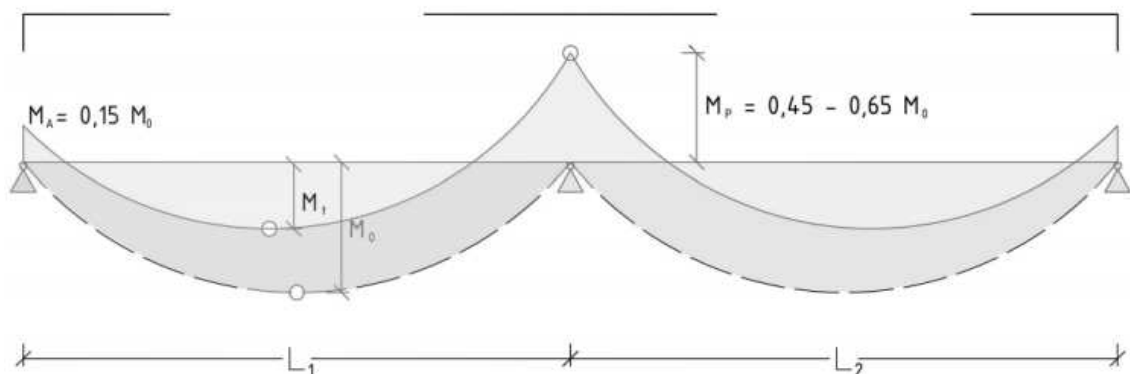
$L_s = 2,1 - 4,9$ m => nutná 1 montážní podpěra během realizace v polovině každého rozpětí.

- **Nadpodporová výztuž a svařovaná síť**

Obdobně jako ostatní vložkové stropy vyžaduje i stropní systém RECTOR dodatečné vyztužení při horním okraji trámu k přenesení záporných ohybových momentů.

V případě volného uložení musí být tato výztuž schopná přenést minimálně $0,15 M_o$ (kde M_o – mezipodporový moment).

V případě žebra přes dvě nebo více polí (spojitého nosníku) se musí nadpodporová výztuž navrhnout tak, aby přenesla zatížení od záporných momentů dle statického výpočtu, nejméně však $0,45 - 0,65 M_o$ (splněná podmínka: $0,80L_1 \leq L_2 \leq 1,25L_1$) [38].



Obr. 5.5 Statické schéma stropní konstrukce bez spojitosti a se zohledněním spojitosti [38]

Tato podmínka však nevyhoví: $0,80 \cdot L_1 \leq L_2 \leq 1,25 \cdot L_1 = 0,80 \cdot 4,3 \leq 3,01 \leq 1,25 \cdot 4,3 = 3,44 > 3,01 \leq 5,38$. Spočítán středový moment $M_{p,Ed} = 15,0$ KNm.

Krajní výztuž - maximální moment**Zatížení:**

M_{Ed}	10,2	KNm
$M_{A,Ed}$	1,5	KNm

Rozměry:

h	160	mm
b	590	mm

Předpoklad:

\varnothing OHYB. VÝZTUŽ	8	mm
A_s	50,3	mm ²

Výpočet:

c_{nom}	25	mm
d	131	mm
μ	0,011	-
ζ	0,994	-
$A_{s,req}$	27	mm ²
n	1	-
$A_{s,prov}$	50	mm ²

POSOUZENÍ:**ÚNOSNOST**

x	3,5	mm
z	129,6	mm
M_{Rd}	2,8	KNm
M_{Ed}	1,5	KNm
Vyhoví		

Nadpodporová výztuž - spojitý nosník**Zatížení:**

$M_{P,Ed}$	15,0	KNm
------------	------	-----

Rozměry:

h	160	mm
b	590	mm

Předpoklad:

\varnothing OHYB. VÝZTUŽ	14	mm
A_s	153,9	mm ²

Výpočet:

c_{nom}	25	mm
d	128	mm
μ	0,116	-
ζ	0,940	-
$A_{s,req}$	287	mm ²
n	2	-
$A_{s,prov}$	308	mm ²

POSOUZENÍ:**ÚNOSNOST**

x	21,3	mm
z	119,5	mm
M_{Rd}	16,0	KNm
M_{Ed}	15,0	KNm
Vyhoví		

V praxi se používají ohýbané pruty u krajních podpor a přímé pruty u středních podpor. V obou případech používáme pruty o průměru 8 až 14 mm (dle výpočtu v závislosti na způsobu uložení nosníku a výšky nadbetonávky) z oceli A III N. Tyto pruty se ukládají po jednom kusu (v některých případech dle výpočtu po dvou kusech) nad koncem každého nosníku a vážou se ke svařované síti.

V praxi se nejčastěji doporučuje používat svařovanou síť z prutů min. \varnothing 4 mm s oky 20x20 cm nebo síť \varnothing 4 mm s oky 20x30 cm s uložením v hustším rozestupu ok kolmo na nosníky RECTOR [38].

- **Návrh skrytého průvlaku (výměny) u schodiště**

Výpočet výměny u schodišťového prostoru je obdobný jako u variant A. Navržená výměna je o 50 mm vyšší než deska z ověření ohybového namáhání.

Rozměry průvlaku (bxh): 200x210 mm.

Výsledné profily: dolní ohybová výztuž - 3 \varnothing 12,
trmínky - \varnothing 8/125 mm v celém průřezu.

- **Návrh spřaženého průvlastku (mezi obývacím pokojem a kuchyní - 2)**

Empirický návrh:

$$h_T = (1/12 \div 1/10) \cdot L = (1/12 \div 1/10) \cdot 3600 = \mathbf{300 \div 360 \text{ mm}}$$

Návrh: $h_t = \mathbf{360 \text{ mm}}$

$$h_T - h_d = 360 - 160 = \mathbf{200 \text{ mm}} - \text{výška keramické tvárnice (uložení)}$$

$$b_T = (1/3 \div 2/3) \cdot h_T = (1/3 \div 2/3) \cdot 360 = \mathbf{120 \div 240 \text{ mm}}$$

Návrh: $b_t = \mathbf{200 \text{ mm}}$ - šířka keramické tvárnice nosné stěny

Rozměry:

h_d	160 mm
h_T	360 mm
b_T	200 mm
L_T	3600 mm

Ověření rozměrů průvlastku:

μ	0,144	-
ζ	0,921	-
ξ	0,197	-
ξ	0,15 - 0,40	
Vyhoví		

Viz dále:

$$M_{B,Ed} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2 = 1/8 \cdot 30,11 \cdot 3,6^2 = \mathbf{48,8 \text{ KNm}}$$

- **Materiály**

Monolitická část			
Beton C20/25	$f_{ck} = 20 \text{ Mpa}$	$\gamma_M = 1,5$	$f_{cd} = 13,33 \text{ Mpa}$
Ocel B500B	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$	$\gamma_M = 1,15$	$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$

Prefabrikovaný dílec			
Beton C25/30	$f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$	$\gamma_M = 1,5$	$f_{cd} = 16,67 \text{ Mpa}$
Ocel B500B	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$	$\gamma_M = 1,15$	$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$

- **Zatížení - A) montážní stav**

Stálé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota	zat. šířka	návrhová hodnota
skladba konstrukce	$g_k \text{ [kN.m}^{-2}\text{]}$	γ_G	$g_d \text{ [kN.m}^{-2}\text{]}$	L [m]	$g_d \text{ [kN.m}^{-1}\text{]}$
vlastní tíha průvlastku	5,00	1,35	6,75	0,20	1,35
RP 12+4, RS 114 (rozpětí 1-2)	2,26	1,35	3,05	1,18	3,58
RP 12+4, RS 112 (rozpětí 2-3)	2,26	1,35	3,05	0,85	2,60
CELKEM	9,52	1,35	12,85		7,54

Stropní konstrukce Rector je uložena na průvlastek, 50 mm z každé strany. Zatěžovací šířky od stropní konstrukce - polovina rozpětí mezi průvlastkem a montážní podporou.

Nahodilé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota	zat. šířka	návrhová hodnota
	q_k [kN.m ⁻²]	γ_Q	q_d [kN.m ⁻²]	L [m]	q_d [kN.m ⁻¹]
montážní zatížení	0,75	1,50	1,13	2,03	2,28
CELKEM	0,75	1,50	1,13	2,03	2,28

Celkové	charak. hodnota		návrhová hodnota		návrhová hodnota
	f_k [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻¹]
stálé+nahodilé	10,27		13,98		9,82

$$M_{A,Ed} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2 = 1/8 \cdot 9,82 \cdot 3,6^2 = \mathbf{15,9\ KNm}$$

$$V_{A,Ed} = 1/2 \cdot f_d \cdot L = 1/2 \cdot 9,82 \cdot 3,6 = \mathbf{17,7\ KN}$$

• **Zatížení - B) finální působení**

Stálé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota	zat. šířka	návrhová hodnota
skladba konstrukce	g_k [kN.m ⁻²]	γ_G	g_d [kN.m ⁻²]	L [m]	g_d [kN.m ⁻¹]
vlastní tíha průvlastku	5,00	1,35	6,75	0,20	1,35
RP 12+4, RS 114 (rozpětí 1-2)	2,26	1,35	3,05	2,25	6,86
RP 12+4, RS 112 (rozpětí 2-3)	2,26	1,35	3,05	1,61	4,90
skladba podlahy	1,50	1,35	2,03	3,86	7,81
příčky Rigips	0,10	1,35	0,14	3,86	0,52
CELKEM	11,12	1,35	15,01		21,44

Deska spolupůsobí s průvlastkem. Zatěžovací šířky jsou poloviny rozpětí stropní desky.

Nahodilé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota	zat. šířka	návrhová hodnota
	q_k [kN.m ⁻²]	γ_Q	q_d [kN.m ⁻²]	L [m]	q_d [kN.m ⁻¹]
Užitné - kategorie A	1,50	1,5	2,25	3,86	8,67
CELKEM	1,50	1,50	2,25	3,86	8,67

Celkové	charak. hodnota		návrhová hodnota		návrhová hodnota
	f_k [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻¹]
stálé+nahodilé	12,62		17,26		30,11

$$M_{B,Ed} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2 = 1/8 \cdot 30,11 \cdot 3,6^2 = \mathbf{48,8\ KNm}$$

$$V_{B,Ed} = 1/2 \cdot f_d \cdot L = 1/2 \cdot 30,11 \cdot 3,6 = \mathbf{54,2\ KN}$$

Zatížení:

M_{A,Ed}	15,9 KNm	M_{B,Ed}	48,8 KNm
V_{A,Ed}	17,7 KN	V_{B,Ed}	54,2 KN

• **Návrh:**

Předpoklad:

\varnothing OHYB. VÝZTUŽ	16 mm
A_s	201,1 mm ²
\varnothing SMYK. VÝZTUŽ	8 mm
A_{sw}	50,3 mm ²

Ohybová - spodní: návrh B)

$b_{eff,1} = b_{eff,2}$	726 mm
b_{eff}	1651,0 mm
c_{nom}	25 mm
d	319 mm
μ	0,017 -
ζ	0,991 -
$A_{s,req}$	355 mm ²
n	2 -
$A_{s,prov}$	402 mm ²

POSOUZENÍ:

a) ÚNOSNOST A) MONTÁŽNÍ STAV

d	159 mm
x	65,6 mm
z	132,8 mm
$M_{A,Rd}$	23,2 KNm
$M_{A,Ed}$	15,9 KNm
Vyhoví	

b) ÚNOSNOST B) FINÁLNÍ

PŮSOBENÍ

d	319 mm
x	9,9 mm
z	315,0 mm
$M_{B,Rd}$	55,1 KNm
$M_{B,Ed}$	48,8 KNm
Vyhoví	

c) KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

$A_{s,min}$	83 mm ²
$A_{s,prov}$	402 mm ²
$A_{s,max}$	2552 mm ²
Vyhoví	
s	118 mm
s_{max}	250 mm
Vyhoví	

sl	102 mm
sl_{min}	21 mm
Vyhoví	
ξ	0,41 -
$\xi_{bal,1}$	0,45 -
Vyhoví	

Smyková výztuž:

Zatížení:

v	0,552 -
V_{Ed}	54,2 KN
$V_{Rd,max}$	224,1 KN
Vyhoví	

NÁVRHOVÉ TŘMÍNKY:

$V_{Ed,1}$	50,3 KN
$s_1 <$	239,3 mm
s_1	235 mm

**NÁVRH: třmínek čtyřstřížný profil
8 po 235 mm**

POSOUZENÍ:

A) ÚNOSNOST

$V_{Rd,1}$	152,3 KN
$V_{Ed,1}$	50,3 KN
Vyhoví	

B) KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

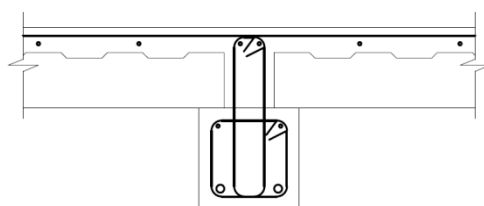
$\rho_{sw,min}$	0,0007 -
ρ_{sw}	0,0043 -
$\rho_{sw,max}$	0,0083 -
Vyhoví	

KONSTRUKČNÍ TŘMÍNKY:

s_{max}	239,25 mm
$\Rightarrow s_{max}$	235 mm

**NÁVRH: třmínek čtyřstřížný profil
8 po 235 mm v celém průřezu.**

Čtyřstřížný z konstrukčního hlediska pro provedení spráženého průvltaku (Obr. 5.8)



Obr. 5.8. Schéma provedení výztuže spráženého průvltaku

- **Návrh spřažení v oblasti podpor:**

$V_{B,Ed}$	54,2	KN
β	1,0	-
z	315,0	mm
b_i	100,0	mm
v_{Ed}	1,7	Mpa
c	0,4	-
f_{ctd}	1,0	MPa
μ	0,7	-
σ_N	0,044	MPa
$c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_N$	0,4	MPa
ρ	0,0043	-
$\sin \alpha$	1,0	-
$\cos \alpha$	0,0	-
v_{Rd}	1,73	MPa
$0,5 v f_{cd}$	3,68	MPa
Vyhoví		
v_{Rd}	1,73	MPa
v_{Ed}	1,7	Mpa
Vyhoví		

$$b_i = b_T - 2 \cdot \text{uložení str.} = 200 - 2 \cdot 50 = \mathbf{100mm}$$

$$v_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{B,Ed}}{z \cdot b_i} = \frac{1 \cdot 54,2 \cdot 10^3}{315 \cdot 100} = \mathbf{1,7 MPa}$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0.05}}{1,5} = \frac{1,5}{1,5} = \mathbf{1,0 MPa}$$

$$\sigma_N = \frac{g_{ok}}{b} = \frac{2,26 \cdot 3,86}{200} = \mathbf{0,044 MPa}$$

$$\rho = \frac{A_{ss}}{s \cdot b_i} = \frac{50,3 \cdot 2}{235 \cdot 100} = \mathbf{0,0043}$$

$$v_{Rd} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_N + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) = \\ = 0,4 \cdot 1,0 + 0,7 \cdot 0,044 + 0,0043 \cdot 435 \cdot (0,7 \cdot 1,0) = \\ = \mathbf{1,73 MPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250}\right) = \mathbf{0,552}$$

$$0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,552 \cdot 13,33 = \mathbf{3,68 MPa}$$

$$v_{Rd} \leq \mathbf{0,5 \cdot v \cdot f_{cd}} \dots \mathbf{Vyhoví}$$

$$v_{Rd} \geq v_{Ed} \dots \mathbf{Vyhoví}$$

**Návrh: dvoustřížný třmínek
čtyřstřížný profil 8 po 235 mm v
celém průřezu.**

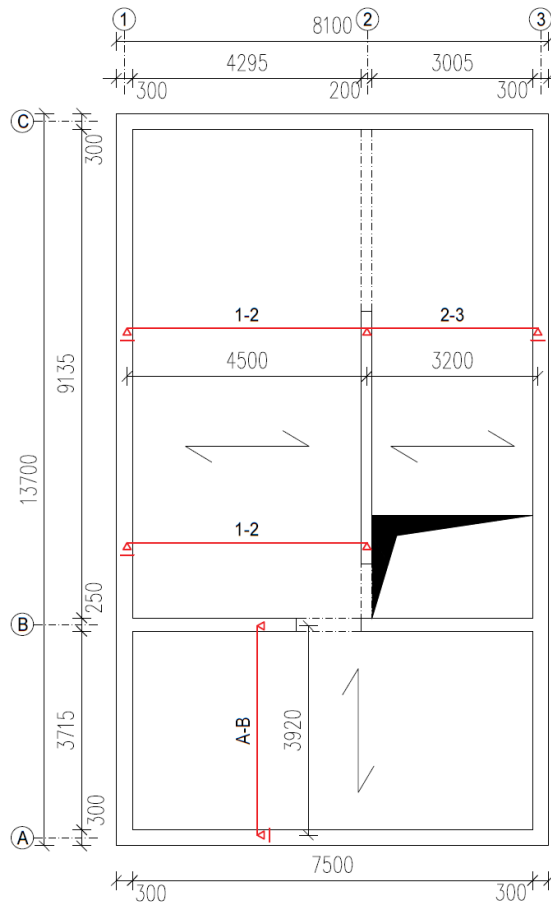
Střední oblast neposuzují: třmínky $\varnothing 8/235$ mm vychází v celém průřezu pro splnění konstrukčních zásad, a to:

$$s_{max} = \text{MIN}(0,75 \cdot d; 400) = \text{MIN}(0,75 \cdot 319; 400) = \text{MIN}(\mathbf{239,5}; 400) \text{ mm}$$

Návrh: $s = 235$ mm

- **Výkres skladby viz Příloha 4.**

5.6. Varianta B - Rectorlight



Obr. 5.7 Statické schéma stropní konstrukce - Varianta B [15]

• Výpočet

Návrh:

Návrh stropního systému Rectorlight je totožný jako návrh systému Rectorbeton. Liší se pouze zatížením, lehké stropní vložky RL mají menší vlastní tíhu než betonové stropní vložky systému Rectorbeton. Systém Rectorlight navíc obsahuje nutný zavěšený podhled.

Tab. 5.3 Hmotnost stropní konstrukce a objem nadbetonávky [39]

Stropní systém RECTORLIGHT		objem nadbetonávky [m ³ /m ²]			Hmotnost stropu [kg/m ²]		
		jednoduché uložení	dvojitě uložení	trojitě uložení	jednoduché uložení	dvojitě uložení	trojitě uložení
12+4	RS 110	0,060	0,064	0,067	187	212	231
	RS 130	0,058	0,061	0,064	187	212	231
16+4	RS 110	0,074	0,081	0,087	219	253	279
	RS 130	0,072	0,079	0,084	220	255	280
20+4	RS 110	0,094	0,104	0,112	269	310	340
	RS 130	0,093	0,103	0,110	271	312	342

Zvětšení tloušťky nadbetonávky u stropní konstrukce o 10 mm znamená navýšení spotřeby betonu o 0,01 m³ /m² a navýšení hmotnosti stropu o 23 kg/m² [39].

Tab. 5.7 Přehled max. ohybových momentů a posouvajících sil pro soustavy se stropnicemi RL 12 [39]

RECTOLIGHT									
Tabulka max hodnot M_{Rd} i V_{Rd} pro stropy s vložkami RL12									
Uložení nosníků	Typ nosníku	Délka nosníků	Rozpětí stropu	12+4		12+5		12+6	
				M_{Rd}	V_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}
		[m]	[m]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]
Jednoduché $\chi = 59\text{cm}$	1 x RS 111	1,0 - 3,0	0,9 - 2,9	6,51	10,22	7,01	10,93	7,52	11,67
	1 x RS 112	3,1 - 3,5	3,0 - 3,4	6,51	10,22	7,01	10,93	7,52	11,67
	1 x RS 113	3,6 - 4,3	3,5 - 4,2	9,22	10,22	10,13	10,93	11	11,67
	1 x RS 114	4,4 - 5,0	4,3 - 4,9	11,36	10,22	12,52	10,93	13,59	11,67
	1 x RS 115	5,1 - 6,0	5,0 - 5,9	12,24	10,22	13,76	10,93	15,15	11,67
	1 x RS 136	6,1 - 6,7	6,0 - 6,6	13,21	12,47	14,87	13,56	16,6	14,37
	1 x RS 138	6,8 - 9,5	6,7 - 9,4	13,55	12,47	15,17	13,56	16,92	14,37
Dvojitě $\chi = 69\text{cm}$	2 x RS 111	1,0 - 3,0	0,9 - 2,9	12,86	20,34	13,88	21,59	14,90	22,98
	2 x RS 112	3,1 - 3,5	3,0 - 3,4	12,86	20,34	13,88	21,59	14,90	22,98
	2 x RS 113	3,6 - 4,3	3,5 - 4,2	16,58	20,34	18,16	21,59	19,68	22,98
	2 x RS 114	4,4 - 5,0	4,3 - 4,9	18,32	20,34	20,63	21,59	22,97	22,98
	2 x RS 115	5,1 - 6,0	5,0 - 5,9	19,19	20,34	21,57	21,59	24,06	22,98
	2 x RS 136	6,1 - 6,7	6,0 - 6,6	20,8	23,94	23,41	26,14	26,14	28,49
	2 x RS 138	6,8 - 9,5	6,7 - 9,4	21,26	23,94	23,83	26,14	26,59	28,49
Trojitě $\chi = 79\text{cm}$	3 x RS 111	1,0 - 3,0	0,9 - 2,9	18,67	30,55	20,37	32,28	22,08	34,23
	3 x RS 112	3,1 - 3,5	3,0 - 3,4	18,67	30,55	20,37	32,28	22,09	34,23
	3 x RS 113	3,6 - 4,3	3,5 - 4,2	22,98	30,55	25,5	32,28	27,61	34,23
	3 x RS 114	4,4 - 5,0	4,3 - 4,9	24,3	30,55	27,31	32,28	30,45	34,23
	3 x RS 115	5,1 - 6,0	5,0 - 5,9	25,48	30,55	28,68	32,28	31,93	34,23
	3 x RS 136	6,1 - 6,7	6,0 - 6,6	27,57	35,08	31,07	38,28	34,75	40,26
	3 x RS 138	6,8 - 9,5	6,7 - 9,4	28,35	35,08	31,7	38,28	35,31	40,26

Z důvodu redukce obsahu bakalářské práce a shodného návrhu zde jsou uvedeny pouze výsledné hodnoty.

Rozpětí	Světlé rozpětí L_s	Nosníky a vložky	Uložení nosníků χ	Výška stropu h	Zatížení f_d [kN.m ⁻²]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	V_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]
1-2	4,3 m	RS 114, RL 12+4	(jednoduché) 0,59	0,16 m	7,25	9,88	11,36	8,62	10,22
2-3	3,01 m	RS 112, RL 12+4	(jednoduché) 0,59	0,16 m	7,25	4,84	6,51	5,86	10,22
A-B	3,72 m	RS 113, RL 12+4	(jednoduché) 0,59	0,16 m	7,25	7,39	9,22	7,38	10,22
VYHOVÍ									

$$M_{Ed} = f_d \cdot L^2 / 8 \cdot \chi \qquad V_{Ed} = f_d \cdot L / 2 \cdot \chi \cdot \left(1 - \frac{5 \cdot h}{3 \cdot L}\right)$$

- Montážní podpěry**

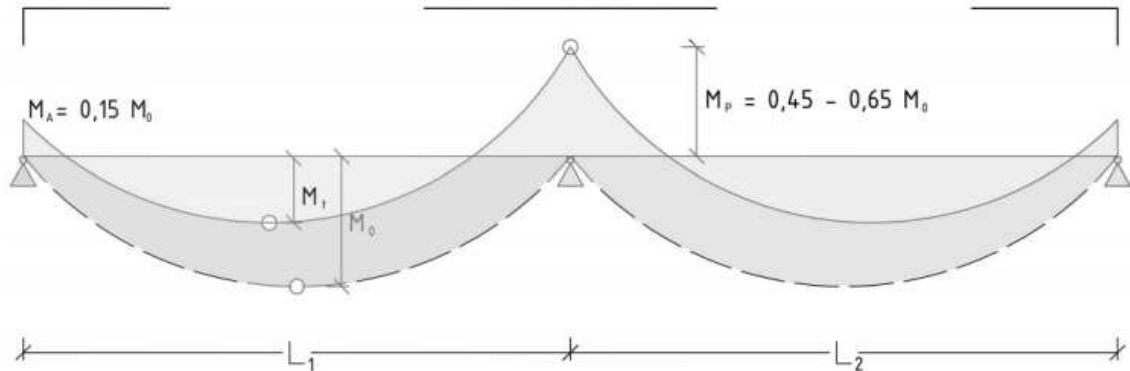
Všechna rozpětí: $L_s = 2,1 - 4,9 \text{ m} \Rightarrow$ nutná 1 montážní podpěra během realizace v polovině každého rozpětí.

- Nadpodporová výztuž a svařovaná síť**

Obdobně jako ostatní vložkové stropy vyžaduje i stropní systém RECTOR dodatečné vyztužení při horním okraji trámu k přenesení záporných ohybových momentů.

V případě volného uložení musí být tato výztuž schopná přenést minimálně 0,15 M_o (kde M_o – mezipodporový moment).

V případě žebra přes dvě nebo více polí (spojitého nosníku) se musí nadpodporová výztuž navrhnut tak, aby přenesla zatížení od záporných momentů dle statického výpočtu, nejméně však $0,45 - 0,65 M_0$ (splněná podmínka: $0,80L_1 \leq L_2 \leq 1,25L_1$) [39].



Obr. 5.5 Statické schéma stropní konstrukce bez spojitosti a se zohledněním spojitosti [39]

Tato podmínka však nevyhoví: $0,80 \cdot L_1 \leq L_2 \leq 1,25 \cdot L_1 = 0,80 \cdot 4,3 \leq 3,01 \leq 1,25 \cdot 4,3 = 3,44 > 3,01 \leq 5,38$. Spočítán středový moment $M_{p,Ed} = 14,5 \text{ KNm}$.

Návrh:

Výztuž nad stěnami A, B, 1 a 3: $\max M_{A,Ed} = 1,5 \text{ KNm}$ - Návrh: $1\text{Ø}8 \text{ mm}$,
 $M_{Rd} = 2,8 \text{ KNm} \dots$ Vyhoví

Výztuž nad střední podporou 2: $M_{p,Ed} = 14,5 \text{ KNm}$ - Návrh: $2\text{Ø}14 \text{ mm}$,
 $M_{Rd} = 16,0 \text{ KNm} \dots$ Vyhoví

V praxi se používají ohybané pruty u krajních podpor a přímé pruty u středních podpor. V obou případech používáme pruty o průměru 8 až 14 mm (dle výpočtu v závislosti na způsobu uložení nosníku a výšky nadbetonávky) z oceli A III N. Tyto pruty se ukládají po jednom kusu (v některých případech dle výpočtu po dvou kusech) nad koncem každého nosníku a vážou se ke svařované síti.

V praxi se nejčastěji doporučuje používat svařovanou síť z prutů min. $\text{Ø} 4 \text{ mm}$ s oky $20 \times 20 \text{ cm}$ nebo síť $\text{Ø} 4 \text{ mm}$ s oky $20 \times 30 \text{ cm}$ s uložením v hustším rozestupu ok kolmo na nosníky RECTOR [39].

- **Návrh skrytého průvlaku (výměny) u schodiště**

Výpočet výměny u schodišťového prostoru je obdobný jako u variant A. Navržená výměna je o 50 mm vyšší než deska z ověření ohybového namáhání.

Rozměry průvlaku (bxh): $200 \times 210 \text{ mm}$.

Výsledné profily: dolní ohybová výztuž - $3\text{Ø}12$,
 tříminky - $\text{Ø}8/125 \text{ mm}$ v celém průřezu.

- **Návrh spřaženého průvlastku (mezi obývacím pokojem a kuchyní - 2)**

Empirický návrh:

$$h_T = (1/12 \div 1/10) \cdot L = (1/12 \div 1/10) \cdot 3600 = \mathbf{300 \div 360 \text{ mm}}$$

Návrh: $h_t = \mathbf{360 \text{ mm}}$

$$h_T - h_d = 360 - 160 = \mathbf{200 \text{ mm}} - \text{výška keramické tvárnice (uložení)}$$

$$b_T = (1/3 \div 2/3) \cdot h_T = (1/3 \div 2/3) \cdot 360 = \mathbf{120 \div 240 \text{ mm}}$$

Návrh: $b_t = \mathbf{200 \text{ mm}}$ - šířka keramické tvárnice nosné stěny

Rozměry:

h_d	160 mm
h_T	360 mm
b_T	200 mm
L_T	3600 mm

Ověření rozměrů průvlastku:

μ	0,140 -
ζ	0,924 -
ξ	0,189 -
ξ	0,15 - 0,40
Vyhoví	

Viz dále:

$$M_{B,Ed} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2 = 1/8 \cdot 29,28 \cdot 3,6^2 = \mathbf{47,4 \text{ KNm}}$$

- **Materiály**

Monolitická část			
Beton C20/25	$f_{ck} = 20 \text{ Mpa}$	$\gamma_M = 1,5$	$f_{cd} = 13,33 \text{ Mpa}$
Ocel B500B	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$	$\gamma_M = 1,15$	$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$

Prefabrikovaný dílec			
Beton C25/30	$f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$	$\gamma_M = 1,5$	$f_{cd} = 16,67 \text{ Mpa}$
Ocel B500B	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$	$\gamma_M = 1,15$	$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$

- **Zatížení - A) montážní stav**

Stálé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota	zat. šířka	návrhová hodnota
skladba konstrukce	$g_k \text{ [kN.m}^{-2}\text{]}$	γ_G	$g_d \text{ [kN.m}^{-2}\text{]}$	L [m]	$g_d \text{ [kN.m}^{-1}\text{]}$
vlastní tíha průvlastku	5,00	1,35	6,75	0,20	1,35
RL 12+4, RS 114 (rozpětí 1-2)	1,87	1,35	2,52	1,18	2,97
RL 12+4, RS 112 (rozpětí 2-3)	1,87	1,35	2,52	0,85	2,15
CELKEM	8,74	1,35	11,80		6,47

Stropní konstrukce Rector je uložena na průvlastek, 50 mm z každé strany. Zatěžovací šířky od stropní konstrukce - polovina rozpětí mezi průvlastkem a montážní podporou.

Nahodilé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota	zat. šířka	návrhová hodnota
	q_k [kN.m ⁻²]	γ_Q	q_d [kN.m ⁻²]	L [m]	q_d [kN.m ⁻¹]
montážní zatížení	0,75	1,50	1,13	2,03	2,28
CELKEM	0,75	1,50	1,13	2,03	2,28

Celkové	charak. hodnota		návrhová hodnota		návrhová hodnota
	f_k [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻¹]
stálé+nahodilé	9,49		12,92		8,75

$$M_{A,Ed} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2 = 1/8 \cdot 8,75 \cdot 3,6^2 = \mathbf{14,2\ KNm}$$

$$V_{A,Ed} = 1/2 \cdot f_d \cdot L = 1/2 \cdot 8,75 \cdot 3,6 = \mathbf{15,7\ KN}$$

• **Zatížení - B) finální působení**

Stálé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota	zat. šířka	návrhová hodnota
skladba konstrukce	g_k [kN.m ⁻²]	γ_G	g_d [kN.m ⁻²]	L [m]	g_d [kN.m ⁻¹]
vlastní tíha průvlastku	5,00	1,35	6,75	0,20	1,35
RL 12+4, RS 114 (rozpětí 1-2)	1,87	1,35	2,52	2,25	6,86
RL 12+4, RS 112 (rozpětí 2-3)	1,87	1,35	2,52	1,61	4,90
skladba podlahy	1,50	1,35	2,03	3,86	7,81
příčky Rigips	0,10	1,35	0,14	3,86	0,52
SDK podhled Rigips	0,23	1,35	0,31	3,86	1,20
CELKEM	10,57	1,35	14,27		20,61

Deska spolupůsobí s průvlastkem. Zatěžovací šířky jsou poloviny rozpětí stropní desky.

Nahodilé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota	zat. šířka	návrhová hodnota
	q_k [kN.m ⁻²]	γ_Q	q_d [kN.m ⁻²]	L [m]	q_d [kN.m ⁻¹]
Užitné - kategorie A	1,50	1,5	2,25	3,86	8,67
CELKEM	1,50	1,50	2,25	3,86	8,67

Celkové	charak. hodnota		návrhová hodnota		návrhová hodnota
	f_k [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻¹]
stálé+nahodilé	12,07		16,52		29,28

$$M_{B,Ed} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2 = 1/8 \cdot 29,28 \cdot 3,6^2 = \mathbf{47,4\ KNm}$$

$$V_{B,Ed} = 1/2 \cdot f_d \cdot L = 1/2 \cdot 29,28 \cdot 3,6 = \mathbf{52,7\ KN}$$

Zatížení:

M_{A,Ed}	14,2 KNm	M_{B,Ed}	47,4 KNm
V_{A,Ed}	15,7 KN	V_{B,Ed}	52,7 KN

• **Návrh:**

Předpoklad:

\varnothing OHYB. VÝZTUŽ	16 mm
A_s	201,1 mm ²
\varnothing SMYK. VÝZTUŽ	8 mm
A_{sw}	50,3 mm ²

Ohybová - spodní: návrh B)

$b_{eff,1} = b_{eff,2}$	726 mm
b_{eff}	1651,0 mm
c_{nom}	25 mm
d	319 mm
μ	0,017 -
ζ	0,991 -
$A_{s,req}$	345 mm ²
n	2 -
$A_{s,prov}$	402 mm ²

POSOUZENÍ:

a) ÚNOSNOST A) MONTÁŽNÍ STAV

d	159 mm
x	65,6 mm
z	132,8 mm
$M_{A,Rd}$	23,2 KNm
$M_{A,Ed}$	14,2 KNm
Vyhoví	

b) ÚNOSNOST B) FINÁLNÍ PŮSOBENÍ

d	319 mm
x	9,9 mm
z	315,0 mm
$M_{B,Rd}$	55,1 KNm
$M_{B,Ed}$	47,4 KNm
Vyhoví	

c) KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

$A_{s,min}$	83 mm ²
$A_{s,prov}$	402 mm ²
$A_{s,max}$	2552 mm ²
Vyhoví	
s	118 mm
s_{max}	250 mm
Vyhoví	

sl	102 mm
sl_{min}	21 mm
Vyhoví	
ξ	0,41 -
$\xi_{bal,1}$	0,45 -
Vyhoví	

Smyková výztuž:

Zatížení:

v	0,552 -
V_{Ed}	52,7 KN
$V_{Rd,max}$	224,1 KN
Vyhoví	

NÁVRHOVÉ TŘMÍNKY:

$V_{Ed,1}$	48,9 KN
$s_1 <$	239,3 mm
s_1	235 mm

NÁVRH: třmínek čtyřstřížný profil 8 po 235 mm

POSOUZENÍ:

A) ÚNOSNOST

$V_{Rd,1}$	152,3 KN
$V_{Ed,1}$	48,9 KN
Vyhoví	

B) KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

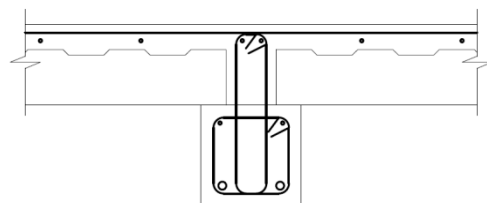
$\rho_{sw,min}$	0,0007 -
ρ_{sw}	0,0043 -
$\rho_{sw,max}$	0,0083 -
Vyhoví	

KONSTRUKČNÍ TŘMÍNKY:

s_{max}	239,25 mm
$\Rightarrow s_{max}$	235 mm

NÁVRH: třmínek čtyřstřížný profil 8 po 235 mm v celém průřezu.

Čtyřstřížný z konstrukčního hlediska pro provedení spráženého průvltaku



Obr. 5.8. Schéma provedení výztuže spráženého průvltaku

- **Návrh spřažení v oblasti podpor:**

$V_{B,Ed}$	52,7	KN
β	1,0	-
z	315,0	mm
b_i	100,0	mm
v_{Ed}	1,7	Mpa
c	0,4	-
f_{ctd}	1,0	MPa
μ	0,7	-
σ_N	0,036	MPa
$c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_N$	0,4	MPa
ρ	0,0043	-
$\sin \alpha$	1,0	-
$\cos \alpha$	0,0	-
v_{Rd}	1,73	MPa
$0,5 v f_{cd}$	3,68	MPa
Vyhoví		
v_{Rd}	1,73	MPa
v_{Ed}	1,7	Mpa
Vyhoví		

$$b_i = b_T - 2 \cdot \text{uložení str.} = 200 - 2 \cdot 50 = \mathbf{100mm}$$

$$v_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{B,Ed}}{z \cdot b_i} = \frac{1 \cdot 52,7 \cdot 10^3}{315 \cdot 100} = \mathbf{1,7 MPa}$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0.05}}{1,5} = \frac{1,5}{1,5} = \mathbf{1,0 MPa}$$

$$\sigma_N = \frac{g_{ok}}{b} = \frac{1,87 \cdot 3,86}{200} = \mathbf{0,036 MPa}$$

$$\rho = \frac{A_{ss}}{s \cdot b_i} = \frac{50,3 \cdot 2}{235 \cdot 100} = \mathbf{0,0043}$$

$$v_{Rd} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_N + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) = \\ = 0,4 \cdot 1,0 + 0,7 \cdot 0,036 + 0,0043 \cdot 435 \cdot (0,7 \cdot 1,0) = \\ = \mathbf{1,73 MPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250}\right) = \mathbf{0,552}$$

$$0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,552 \cdot 13,33 = \mathbf{3,68 MPa}$$

$$v_{Rd} \leq \mathbf{0,5 \cdot v \cdot f_{cd}} \dots \mathbf{Vyhoví}$$

$$v_{Rd} \geq v_{Ed} \dots \mathbf{Vyhoví}$$

**Návrh: dvoustřížný třmínek
čtyřstřížný profil 8 po 235 mm v
celém průřezu.**

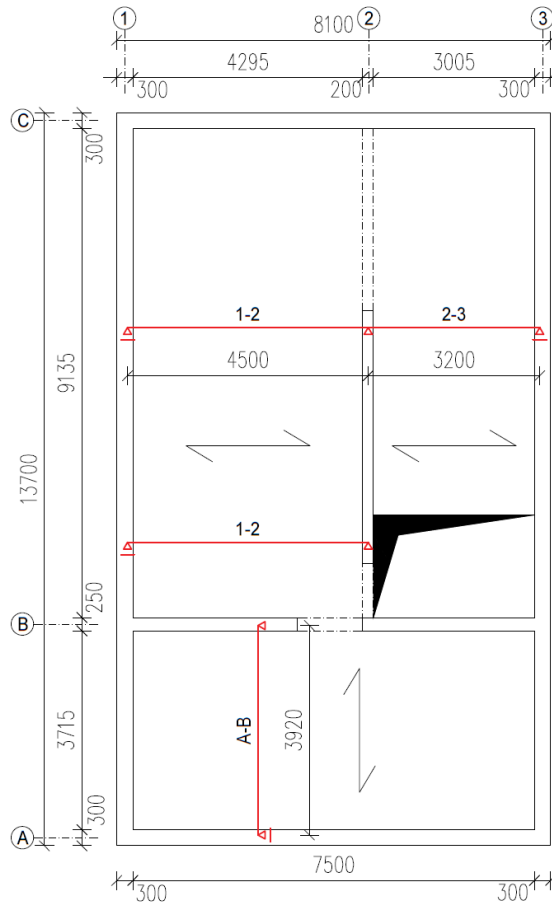
Střední oblast neposuzují: třmínky $\emptyset 8/235$ mm vychází v celém průřezu pro splnění konstrukčních zásad, a to:

$$s_{max} = \text{MIN}(0,75 \cdot d; 400) = \text{MIN}(0,75 \cdot 319; 400) = \text{MIN}(\mathbf{239,5}; 400) \text{ mm}$$

Návrh: $s = 235$ mm

- **Výkres skladby viz Příloha 5.**

5.7. Varianta B - Filigránová stropní konstrukce



Obr. 5.7 Statické schéma stropní konstrukce - Varianta B [15]

• Výpočet

• Návrh tloušťky desky

1) Empirický návrh:

$$h_{d1} = (1/25 \div 1/20) \cdot L = (1/25 \div 1/20) \cdot 4400 = \mathbf{176 \div 220 \text{ mm}}$$

2) Podle ohybové štíhlosti:

$$h_{d2} = d_2 + \varnothing/2 + c_{nom}$$

$$d_2 \geq \frac{L}{\kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab}} = \frac{4400}{1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 22,1} = \mathbf{159 \text{ mm}}$$

$$h_{d2} = d_2 + \varnothing/2 + c_{nom} = 159 + 8/2 + 15 = \mathbf{178 \text{ mm}}$$

Návrh:

h_d	180 mm
d	161 mm

$$m_{Ed,max} = \frac{1}{10} \cdot f_d \cdot L^2 =$$

$$= \frac{1}{10} \cdot 10,49 \cdot 4,4^2 = \mathbf{20,30 \text{ KNm}}$$

Ověření rozměrů desky:

m_{Ed,max}	20,30 KNm
M	0,059 -
Z	0,969 -
ξ	0,077 -
ξ	≤0,10
Vyhoví	

- Materiály**

Monolitická část			
Beton C20/25	$f_{ck} = 20$ Mpa	$\gamma_M = 1,5$	$f_{cd} = 13,33$ Mpa
Ocel B500B	$f_{yk} = 500$ MPa	$\gamma_M = 1,15$	$f_{yd} = 434,78$ MPa

Prefabrikované dílce			
Beton C25/30	$f_{ck} = 25$ Mpa	$\gamma_M = 1,5$	$f_{cd} = 16,67$ Mpa
Ocel B500B	$f_{yk} = 500$ MPa	$\gamma_M = 1,15$	$f_{yd} = 434,78$ MPa

- Zatížení - finální stav**

Stálé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota
skladba konstrukce	g_k [kN.m ⁻²]	γ_G	g_d [kN.m ⁻²]
skladba podlahy	1,50	1,35	2,03
příčky Rigips	0,10	1,35	0,14
ŽB deska tl. 180 mm	4,50	1,35	6,08
CELKEM	6,10	1,35	8,24

Nahodilé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota
	q_k [kN.m ⁻²]	γ_Q	q_d [kN.m ⁻²]
Užitné - kategorie A	1,50	1,5	2,25
CELKEM	1,50	1,5	2,25

Celkové	charak. hodnota		návrhová hodnota
	f_k [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻²]
stálé+nahodilé	7,60		10,49

Rozpětí 1-2:

$$m_{Ed,max} = 1/10 \cdot f_d \cdot L^2 \cdot b = 1/10 \cdot 10,5 \cdot 4,4^2 \cdot 1 = \mathbf{20,3 KNm}$$

Rozpětí 2-3:

$$m_{Ed} = 1/10 \cdot f_d \cdot L^2 \cdot b = 1/10 \cdot 10,5 \cdot 3,15^2 \cdot 1 = \mathbf{10,4 KNm}$$

Rozpětí A-B:

$$m_{Ed} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2 \cdot b = 1/8 \cdot 10,5 \cdot 3,82^2 \cdot 1 = \mathbf{19,13 KNm}$$

- **Návrh - finální stav**

Rozpětí 1-2, $L = 7,6$ m:

$m_{Ed,max}$	20,3	KNm
μ	0,059	-
ζ	0,969	-
ξ	0,077	-
ξ	$\leq 0,10$	
Vyhoví		

Výpočet:

$a_{s,req}$	299	mm ²
$a_{s,prov}$	316	mm ²
NÁVRH: $\varnothing 8$ á 160 mm		

POSOUZENÍ:

A) ÚNOSNOST

x	12,8	mm
z	155,9	mm
m_{Rd}	21,3	KNm
m_{Ed}	20,3	KNm
Vyhoví		

B) KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

$a_{s,min}$	209	mm ²
$a_{s,prov}$	316	mm ²
$a_{s,max}$	6440	mm ²
Vyhoví		
ξ	0,08	-
ξ_{max}	0,1	-
Vyhoví		
$S_{l,min}$	21	mm
S_{max}	300	mm
Vyhoví		

Rozpětí 2-3, $L = 3,15$ m:

L	3150	mm
\varnothing OHYB. VÝZTUŽ	8	mm
a_s	50,3	mm ²
h_d	180	mm
d	161	mm
m_{Ed}	10,4	KNm
μ	0,030	-
ζ	0,985	-
$a_{s,req}$	151	mm ²
$a_{s,prov}$	218	mm ²
NÁVRH: $\varnothing 8$ á 230 mm		

POSOUZENÍ:

A) ÚNOSNOST

x	8,9	mm
z	157,4	mm
m_{Rd}	14,9	KNm
m_{Ed}	10,4	KNm
Vyhoví		

B) KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

$a_{s,min}$	209	mm ²
$a_{s,prov}$	218	mm ²
$a_{s,max}$	6440	mm ²
Vyhoví		
ξ	0,06	-
ξ_{max}	0,1	-
Vyhoví		
$S_{l,min}$	21	mm
S_{max}	300	mm
Vyhoví		

Rozpětí A-B, $L = 3,82$ m:

L	3820 mm
Ø OHYB. VÝZTUŽ	8 mm
a_s	50,3 mm ²
h_d	180 mm
d	161 mm
m_{Ed}	19,13 KNm
μ	0,055 -
ζ	0,972 -
a_{s,req}	281 mm ²
a_{s,prov}	314 mm ²
NÁVRH: Ø 8 á 160 mm	

POSOUZENÍ:

A) ÚNOSNOST

x	12,8 mm
z	155,9 mm
m_{Rd}	21,3 KNm
m_{Ed}	19,1 KNm
Vyhoví	

B) KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

a_{s,min}	209 mm ²
a_{s,prov}	314 mm ²
a_{s,max}	6440 mm ²
Vyhoví	
ξ	0,08 -
ξ_{max}	0,1 -
Vyhoví	
s_{l,min}	21 mm
s_{max}	300 mm
Vyhoví	

- **Montážní stav**

Únosnost prefabrikovaných částí stropní desky se posoudí podle ČSN, viz kapitola 4.4.2. *Montážní podepření a změna statického schématu*. Montážní zatížení je v kapitole 4.4.2 na Obr. 4.19 *Zatížení v montážním stavu podle [5] a [6]*.

Výpočet a návrh železobetonových desek na montážní stav je podrobně popsán v [2]. Výsledkem je tab. 5.5, ve které jsou vypočteny maximální rozestupy montážních liniových podpor a únosnost příhradové výztuže pro jednotlivé tloušťky desek.

Tyto hodnoty byly experimentálně ověřeny a experiment prokázal, že hodnoty z tab. 5.5 jsou na straně bezpečnosti (mají rezervy) viz [2].

Tab. 5.5 *Návrhová únosnost prefabrikované části sprážené stropní konstrukce podle [5] a [6] a maximální rozestupy montážních liniových podpor [2]*

Příhradová výztuž dle obr. 1		Únosnost příhradové výztuže		Únosnost příhradové výztuže		Maximální rozestupy montážních liniových podpor			
označení	výška [mm]	v ohybu [kNm]	ve smyku [kN]	v ohybu [kNm]	ve smyku [kN]	tloušťka desky [mm]	rozestup **) [m]	tloušťka desky [mm]	rozestup *) [m]
D7/5	70	1,09	3,52	1,82	5,87	120	1,60	140	1,48
D8/5	80	1,20	4,02	2,00	6,70	130	1,72	150	1,54
D9/5	90	1,30	4,52	2,17	7,53	140	1,75	160	1,57
D10/5	100	1,46	5,02	2,43	8,37	150	1,77	170	1,58
D11/5	110	1,53	5,52	2,55	9,20	160	1,78	180	1,59
D12/5	120	1,59	6,03	2,65	10,05	170	1,78	190	1,59
D13/5	130	1,64	6,53	2,73	10,88	180	1,78	200	1,58
D14/5	140	1,68	7,03	2,80	11,72	190	1,77	210	1,58
D15/5	150	1,72	7,31	2,87	12,18	200	1,76	220	1,57
D16/5	160	1,75	7,07	2,92	11,78	210	1,74	230	1,55
D17/5	170	1,77	6,80	2,95	11,33	220	1,72	240	1,54
D18/5	180	1,79	6,52	2,98	10,87	230	1,70	250	1,52
D19/5	190	1,80	6,25	3,00	10,42	240	1,68	260	1,50
D20/5	200	1,81	5,97	3,02	9,95	250	1,56	270	1,46
D21/5	210	1,81	5,70	3,02	9,50	260	1,44	280	1,35
D22/5	220	1,81	5,43	3,02	9,05	270	1,33	290	1,25
D23/5	230	1,81	5,17	3,02	8,62	280	1,22	300	1,15
D24/5	240	1,81	4,93	3,02	8,22	290	1,13		
D25/5	250	1,81	4,69	3,02	7,82	300	1,05		

Příhradová výztuž je umístěna po 600 mm, *) uložení horní výztuže podle obr. 6a, **) uložení horní výztuže podle obr. 6b

=> **Návrh montážního liniového montážního podepření max. po 1,55 m (tloušťka desky 180 mm).**

=> Rozpětí 1-2: 2 podpory po 1,43m + 1 podpora u průvlastku.

Rozpětí 2-3: 1 podpora v polovině rozpětí + 1 podpora u průvlastku.

Rozpětí A-B: 2 podpory po 1,24m.

- **Sprážení stropní desky**

Sprážení filigránových desek pomocí prostorové příhradové výztuže a zdrsněného povrchu navrhuje výrobce jako plné sprážení. Každý výrobce má typizované vzdálenosti a profily výztuží pro jednotlivé prvky. V tomto případě není stropní deska vylehčena a za b_i se dosazuje celá stykovaná plocha mezi betony.

• **Návrh spřaženého průvlaku (mezi obývacím pokojem a kuchyní - 2)**

Empirický návrh:

$$h_T = (1/12 \div 1/10) \cdot L = (1/12 \div 1/10) \cdot 3600 = 300 \div 360 \text{ mm}$$

Návrh: $h_t = 330 \text{ mm}$

$$h_T - h_d = 330 - 180 = 150 \text{ mm}$$

$$b_T = (1/3 \div 2/3) \cdot h_T = (1/3 \div 2/3) \cdot 330 = 110 \div 220 \text{ mm}$$

Návrh: $b_t = 200 \text{ mm}$ - šířka keramické tvárnice nosné stěny

Rozměry:

h_d	160 mm
h_T	330 mm
b_T	200 mm
L_T	3600 mm

Ověření rozměrů průvlaku:

μ	0,248	-
ζ	0,856	-
ξ	0,363	-
ξ	0,15 - 0,40	
Vyhoví		

Viz dále:

$$M_{B,Ed} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2 = 1/8 \cdot 42,69 \cdot 3,6^2 = 69,2 \text{ KNm}$$

• **Materiály**

Monolitická část			
Beton C20/25	$f_{ck} = 20 \text{ Mpa}$	$\gamma_M = 1,5$	$f_{cd} = 13,33 \text{ Mpa}$
Ocel B500B	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$	$\gamma_M = 1,15$	$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$

Prefabrikovaný dílec			
Beton C25/30	$f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$	$\gamma_M = 1,5$	$f_{cd} = 16,67 \text{ Mpa}$
Ocel B500B	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$	$\gamma_M = 1,15$	$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$

• **Zatížení - A) montážní stav**

Stálé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota	zat. šířka	návrhová hodnota
skladba konstrukce	$g_k \text{ [kN.m}^{-2}\text{]}$	γ_G	$g_d \text{ [kN.m}^{-2}\text{]}$	L [m]	$g_d \text{ [kN.m}^{-1}\text{]}$
vlastní tíha průvlaku	3,75	1,35	5,06	0,20	1,01
Nadbetonávka tl. 180 mm	4,5	1,35	6,08	0,20	1,22
CELKEM	8,25	1,35	11,14		2,23

Stropní konstrukce je v montážním stádiu uložena na montážní liniové podpory u průvlaku, viz Obr. 4.21 v kapitole 4.4.2. Montážní podepření a změna statického schématu.

Průvlak v montážním stavu nese pouze vlastní tíhu a nadbetonovanou vrstvu v šířce průvlaku 0,2 m.

Nahodilé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota	zat. šířka	návrhová hodnota
	q_k [kN.m ⁻²]	γ_Q	q_d [kN.m ⁻²]	L [m]	q_d [kN.m ⁻¹]
montážní zatížení	0,75	1,50	1,13	0,20	0,23
CELKEM	0,75	1,50	1,13	0,20	0,23

Celkové	charak. hodnota		návrhová hodnota		návrhová hodnota
	f_k [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻¹]
stálé+nahodilé	9,00		12,26		2,45

$$M_{A,Ed} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2 = 1/8 \cdot 2,45 \cdot 3,6^2 = 4,0 \text{ KNm}$$

$$V_{A,Ed} = 1/2 \cdot f_d \cdot L = 1/2 \cdot 2,45 \cdot 3,6 = 4,4 \text{ KN}$$

• **Zatížení - B) finální působení**

Stálé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota	zat. šířka	návrhová hodnota
skladba konstrukce	g_k [kN.m ⁻²]	γ_G	g_d [kN.m ⁻²]	L [m]	g_d [kN.m ⁻¹]
vlastní tíha průvlastku	3,75	1,35	5,06	0,20	1,01
Nadbetonávka tl. 180 mm (rozpětí 1-2)	4,50	1,35	6,08	2,30	13,97
Nadbetonávka tl. 180 mm (rozpětí 2-3)	4,50	1,35	6,08	1,68	10,18
skladba podlahy	1,50	1,35	2,03	3,98	8,05
příčky Rigips	0,10	1,35	0,14	3,98	0,54
CELKEM	14,35	1,35	19,37		33,75

Deska spolupůsobí s průvlastkem. Zatěžovací šířky jsou poloviny rozpětí stropní desky.

Nahodilé	charak. hodnota	součinitel	návrhová hodnota	zat. šířka	návrhová hodnota
	q_k [kN.m ⁻²]	γ_Q	q_d [kN.m ⁻²]	L [m]	q_d [kN.m ⁻¹]
Užitné - kategorie A	1,50	1,5	2,25	3,98	8,94
CELKEM	1,50	1,50	2,25	3,98	8,94

Celkové	charak. hodnota		návrhová hodnota		návrhová hodnota
	f_k [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻²]		f_d [kN.m ⁻¹]
stálé+nahodilé	15,85		21,62		42,69

$$M_{B,Ed} = 1/8 \cdot f_d \cdot L^2 = 1/8 \cdot 42,69 \cdot 3,6^2 = 69,2 \text{ KNm}$$

$$V_{B,Ed} = 1/2 \cdot f_d \cdot L = 1/2 \cdot 42,69 \cdot 3,6 = 76,8 \text{ KN}$$

Zatížení:

M_{A,Ed}	4,0 KNm	M_{B,Ed}	69,2 KNm
V_{A,Ed}	4,4 KN	V_{B,Ed}	76,8 KN

• **Návrh:**

Předpoklad:

Ø OHYB. VÝZTUŽ	16 mm
A_s	201,1 mm ²
Ø SMYK. VÝZTUŽ	8 mm
A_{sw}	50,3 mm ²

Ohybová - spodní: návrh B)

b_{eff,1} = b_{eff,2}	738 mm
b_{eff}	1675,0 mm
c_{nom}	25 mm
d	289 mm
μ	0,030 -
ζ	0,985 -
A_{s,req}	559 mm ²
n	3 -
A_{s,prov}	603 mm ²

POSOUZENÍ:

a) ÚNOSNOST A) MONTÁŽNÍ STAV

d	109 mm
x	98,3 mm
z	69,7 mm
M_{A,Rd}	18,3 KNm
M_{A,Ed}	4,0 KNm
Vyhoví	

b) ÚNOSNOST B) FINÁLNÍ PŮSOBENÍ

d	289 mm
x	11,7 mm
z	284 mm
M_{B,Rd}	74,6 KNm
M_{B,Ed}	69,2 KNm
Vyhoví	

c) KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

A_{s,min}	75 mm ²
A_{s,prov}	603 mm ²
A_{s,max}	2312 mm ²
Vyhoví	
s	59 mm
s_{max}	250 mm
Vyhoví	

sl	43 mm
sl_{min}	21 mm
Vyhoví	
ξ	0,04 -
ξ_{bal,1}	0,45 -
Vyhoví	

Smyková výztuž:

Zatížení:

v	0,552 -
V_{Ed}	76,8 KN
V_{Rd,max}	202,2 KN
Vyhoví	

NÁVRHOVÉ TŘMÍNKY:

V_{Ed,1}	72,4 KN
s₁ <	216,8 mm
s₁	215 mm

NÁVRH: třmínek dvoustřížný profil 8 po 215 mm

POSOUZENÍ:

A) ÚNOSNOST

V_{Rd,1}	75,1 KN
V_{Ed,1}	72,4 KN
Vyhoví	

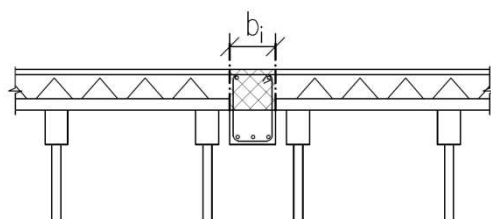
B) KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

ρ_{sw,min}	0,0007 -
ρ_{sw}	0,0023 -
ρ_{sw,max}	0,0085 -
Vyhoví	

KONSTRUKČNÍ TŘMÍNKY:

s_{max}	216,8 mm
=>s_{max}	215 mm

NÁVRH: třmínek dvoustřížný profil 8 po 215 mm v celém průřezu. U podpor upravit podle spřažení.



Obr. 5.9. Schéma provedení výztuže spřaženého průvzlaku a montážního podepření

• **Návrh sprážení:**

V_{Ed}	76,8	KN
β	1,0	-
z	284,3	mm
b_i	200,0	mm
v_{Ed}	1,4	Mpa
c	0,4	-
f_{ctd}	1,0	MPa
μ	0,7	-
σ_N	0,089	MPa
c·f_{ctd}+μ·σ_N	0,5	MPa
ρ	0,0023	-
sin α	1,0	-
cos α	0,0	-
v_{Rd}	1,17	MPa
0,5 v f_{cd}	3,68	MPa
Vyhoví		
v_{Rd}	1,17	MPa
v_{Ed}	1,4	Mpa
Nevyhoví		

$$b_i = b_T = 200\text{mm}$$

$$v_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{B,Ed}}{z \cdot b_i} = \frac{1 \cdot 76,8 \cdot 10^3}{284 \cdot 200} = 1,4 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0.05}}{1,5} = \frac{1,5}{1,5} = 1,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_N = \frac{g_{ok}}{b} = \frac{4,5 \cdot 3,98}{200} = 0,089 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{A_{ss}}{s \cdot b_i} = \frac{50,3 \cdot 2}{215 \cdot 200} = 0,0023$$

$$v_{Rd} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_N + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) = 0,4 \cdot 1,0 + 0,7 \cdot 0,089 + 0,0023 \cdot 435 \cdot (0,7 \cdot 1,0) = 1,17 \text{ MPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,552$$

$$0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,552 \cdot 13,33 = 3,68 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd} \leq 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \dots \text{Vyhoví}$$

$$v_{Rd} \geq v_{Ed} \dots \text{Nevyhoví}$$

Návrh střední oblasti: třmínek dvoustřížný profil 8 po 215 mm do napětí 1,17 MPa.

S	160	mm
ρ	0,0031	-
v_{Rd}	1,42	MPa
v_{Ed}	1,4	Mpa
Vyhoví		

$$\rho = \frac{A_{ss}}{s \cdot b_i} = \frac{50,3 \cdot 2}{160 \cdot 200} = 0,0031$$

$$v_{Rd} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_N + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) = 0,4 \cdot 1,0 + 0,7 \cdot 0,089 + 0,0031 \cdot 435 \cdot (0,7 \cdot 1,0) = 1,42 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd} \leq 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \dots \text{Vyhoví}$$

$$v_{Rd} \geq v_{Ed} \dots \text{Vyhoví}$$

Návrh v oblasti podpor: třmínek dvoustřížný profil 8 po 160 mm.

• **Návrh skrytého průvlaku (výměny) u schodiště**

Výpočet výměny u schodišťového prostoru je obdobný jako u variant A. Navržená výměna je o 50 mm vyšší než deska z ověření ohybového namáhání.

Rozměry průvlaku (bxh): 200x230 mm.

Výsledné profily: dolní ohybová výztuž - 3Ø12,
třmínky - Ø8/140 mm v celém průřezu.

• **Výkres skladby viz Příloha 6.**

5.8. Porovnání variant konstrukčního řešení

5.8.1. Varianty A

- **Rectorbeton**

- Výška stropní konstrukce: $h_d = 240$ mm.
- Dvojité uložení předpjatých stropních nosníků na světlé rozpětí $L_s = 7,5$ m.
- Montážní podpory: 2 v horním rozpětí a 1 u dolního rozpětí.
- Orientační cena za 1 m^2 : 929,- Kč bez DPH - pouze materiál stropní konstrukce.

- **Rectorlight**

- Výška stropní konstrukce: $h_d = 250$ mm + nutnost podhledu.
- Dvojité uložení předpjatých stropních nosníků na světlé rozpětí $L_s = 7,5$ m.
- Montážní podpory: 2 v horním rozpětí a 1 u dolního rozpětí.
- Orientační cena za 1 m^2 : 979,- Kč bez DPH - pouze materiál stropní konstrukce.

- **Filigránový strop**

- Výška stropní konstrukce: $h_d = 300$ mm.
- Vylehčena pomocí EPS desek tl. 180 mm.
- Montážní podpory po 1,5 m, tj. 4 liniové podpory v horním rozpětí a 2 v dolním.
- Orientační cena za 1 m^2 : 1 192,- Kč bez DPH - pouze materiál stropní konstrukce.

5.8.2. Varianty B

- **Rectorbeton**

- Výška stropní konstrukce: $h_d = 160$ mm.
- Jednoduché uložení předpjatých stropních nosníků v celé stropní konstrukci.
- V každém rozpětí postačí pouze 1 montážní liniová podpora.
- Orientační cena za 1 m^2 : 629,- Kč bez DPH - pouze materiál stropní konstrukce.

- **Rectorlight**

- Výška stropní konstrukce: $h_d = 160$ mm + nutnost podhledu.
- Jednoduché uložení předpjatých stropních nosníků v celé stropní konstrukci.
- V každém rozpětí postačí pouze 1 montážní liniová podpora.
- Orientační cena za 1 m^2 : 679,- Kč bez DPH - pouze materiál stropní konstrukce.

- **Filigránový strop**

- Výška stropní konstrukce: $h_d = 180$ mm.
- Montážní podpory po 1,55 m, tj. 4 liniové podpory v horním rozpětí a 2 v dolním.
- Orientační cena za 1 m^2 : 943,- Kč bez DPH - pouze materiál stropní konstrukce.

5.8.3. Zhodnocení variant konstrukčního řešení

Výhodnější je z konstrukčního hlediska varianta B - vnitřní nosná stěna (průvlak) rozděluje rozpětí a stropní konstrukce tak vychází v menších tloušťkách. U systému Rector navíc postačí v celé stropní konstrukci pouze jednoduché uložení stropních nosníků, které jsou nejdražší částí stropní konstrukce, a tak se zároveň sníží i celková cena konstrukce. Při variantě A - Rector, musí být ve větší části desky provedeno dvojitě uložení nosníků, což výrazně zdražuje stropní konstrukci.

Pro osazení nosných stropních prvků každé z šesti vybraných variant stropní konstrukce je potřeba lehčí zvedací technika, avšak filigránové stropní dílce se umístí rychleji, než vložkový systém Rector. Společnost Rector nabízí bezplatné vypracování návrhu stropních konstrukcí (výběr stropního systému s příslušnými výpočty), montážní výkresy a výkazy materiálů, technickou podporu a spolupráci s realizační firmou. Někteří výrobci filigránových dílců také nabízejí statický výpočet atd., závisí na typu výrobce.

Nejvýhodnější stropní konstrukci varianty B nelze určit, každá má své výhody i nevýhody, např. systému Rector postačí méně montážních podpor, ale stropní konstrukce se provádí složitěji, než filigránová konstrukce. Systém Rectorlight má z uvažovaných typů nejlehčí vlastní tíhu, prostor mezi lehkými vložkami a podhledem umožňuje vést všechny instalace, avšak je dražší a podhledová konstrukce navyšuje celkovou tloušťku stropní konstrukce.

Z cenového hlediska z výše uvedených návrhů vychází nejlevněji systém Rectorbeton - Varianta B, nejdražší je spřažená stropní konstrukce z filigránových dílců u varianty A. Není zde započítán rozdíl cen vlivem změny svíslé nosné konstrukce mezi variantou A a variantou B (nosné vnitřní zdivo a spřažený průvlak).

Větší či menší otvory není problém zrealizovat u všech systémů. Filigránové dílce lze vyrobit s otvory, menší otvory se provádějí vykrúžovacím vrtákem přímo na stavbě po konzultaci se statikem. V systému Rector je možné ponechat mezeru mezi stropními vložkami nebo provést železobetonovou výměnu u větších otvorů.

Nejméně výhodná varianta pro řešení rodinný dům je Varianta A - filigránové stropy. Vychází zde největší tloušťka stropní desky a nejvíce montážních podpor, s dodatečným vylehčením a přidáním dodatečné výztuže je zcela jistě nejnáročnějším a také nejdražším provedením z vybraných variant.

6. Závěr

Bakalářská práce ukazuje na využití principu spřažených prefamonolitických konstrukcí beton-beton. V úvodních kapitolách jsou tyto konstrukce a vybrané běžně používané prvky popsány. Jsou zde vypsány důležité informace jednotlivých typů pro návrh, posouzení a další dočasné návrhové situace včetně příkladů realizací s fotografiemi.

Hlavní část práce se věnuje návrhu a posouzení spřažených konstrukcí, které jsou nejprve popsány, a v závěrečné kapitole je navrženo a porovnáno více variant stropní konstrukce vybraného objektu. Je zajímavé, jak se mění vybrané typy stropní konstrukce při změně vnitřní dispozice. Přidáním jedné vnitřní nosné konstrukce se zmenšily tloušťky stropních konstrukcí o 30 - 40%. To má samozřejmě výrazný vliv na celkovou cenu použitého materiálu, ale i dalších nákladů vlivem zmenšení hmotnosti konstrukce, např. na dopravu, manipulaci, montáž a skladování.

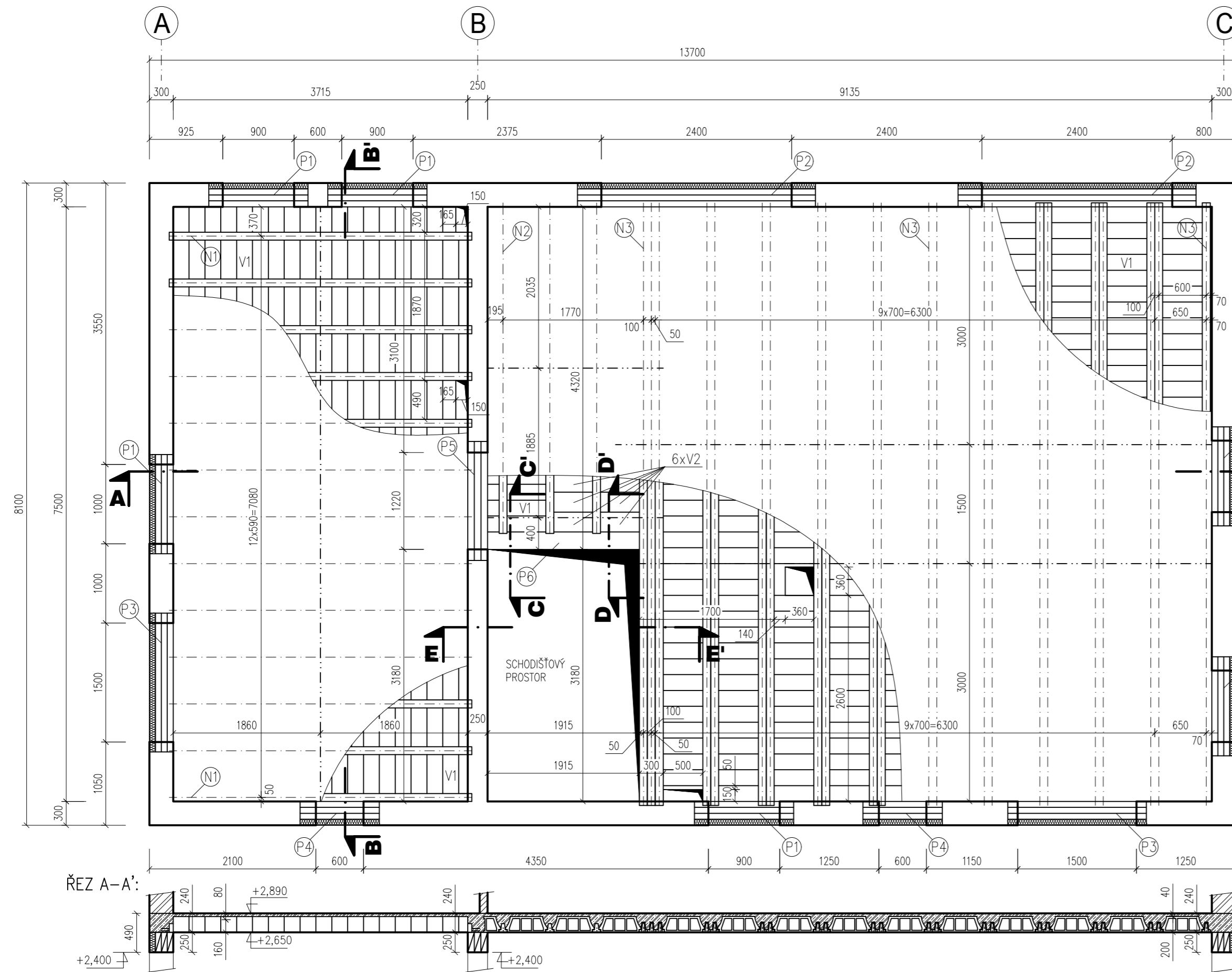
Z předložené práce lze snadno zpozorovat, jak návrh vnitřní dispozice (nosných prvků) výrazně ovlivní výšku, cenu a další důležité aspekty stropních konstrukcí. Závěrečné porovnání poukázalo na fakt, že každý typ konstrukce má své výhody a nevýhody, přestože při správném návrhu vyšly tloušťky konstrukcí velice podobné. Na každý objekt může být výhodná jiná varianta konstrukce, proto je třeba znát jednotlivé typy a vždy zvolit co nejvhodnější konstrukci s přihlédnutím na využití objektu, požadavky investora apod.

7. Literatura

- [1] WITZANY, Jiří. *Konstrukce pozemních staveb 70: prefabrikované konstrukční systémy a části staveb*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02656-6.
- [2] ŠMEJKAL, Jiří. Únosnost spřažených betonových stropních desek v montážním stádiu zmonolitnění. *Beton TKS*. 2009, **2009**(2), 60-65.
- [3] ČESKÁ BETONÁŘSKÁ SPOLEČNOST ČSSI, oblastní pobočka Praha ve spolupráci s Českým národním komitétem FIP a Stavební fakulta ČVUT Praha a [REDAKCE VLADISLAV HRDOUŠEK A JITKA FILIPOVÁ]. *Spřažené konstrukce beton-beton: seminář věnovaný k 75. narozeninám Prof. Ing. Lubora Jandy, DrSc : [sborník příspěvků určený pro účastníky semináře Praha 17.10.1995]*. Praha: ČVUT, 1995. ISBN 8001014029.
- [4] PROCHÁZKA, Jaroslav a Jiří ŠMEJKAL. *Betonové stropní a schodišťové konstrukce*. V Praze: České vysoké učení technické, 2017. ISBN 978-80-01-06323-1.
- [5] ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1 Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004
- [6] ČSN EN 13747+A2 Betonové prefabrikáty – stropní deskové dílce pro spřažené stropní systémy. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010
- [7] ČSN EN 13369 Společná ustanovení pro betonové prefabrikáty. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013
- [8] ČÍŽEK, Pavel. Prefabrikované hříbové hlavice se spřahující výztuží. *Beton TKS*. 2001, **2001**(4), 5.
- [9] SKOŘEPA, Vladimír. Betonový vložkový stropní systém Rector. *Beton TKS*. 2004, **2004**(1), 32-33.
- [10] Stropy typu Filigrán. In: *Budowa.org* [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.budowa.org/produkt,34545,stropy-typu-filigran>
- [11] BÍLÝ, Petr. Výkres skladby. In: *Katedra betonových a zděných konstrukcí - ČVUT* [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: http://people.fsv.cvut.cz/~bilypet1/vyuka/BZKQ/BZKQ_vykres_skladby.pdf
- [12] MABA PREFA - Spřažené stropní desky Filigran. [online]. Copyright © 2007 MABA Prefa spol. s r.o. [cit. 10.05.2018]. Dostupné z: <http://www.mabaprefa.cz/prefabrikaty/vyrobky-a-%20sluzby/nadzemni-bytova-vystavba/sprazene-stropni-desky-filigran/58/>
- [13] ŠTEFAN, Radek. K133PSBZ - přednáška B12 Spřažené konstrukce – stropní (beton-beton). In: *Katedra betonových a zděných konstrukcí - ČVUT* [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: http://people.fsv.cvut.cz/~stefarad/vyuka/133PSBZ/133PSBZ_Prednaska_B12.pdf
- [14] VAŠKOVÁ, Jitka. K133BK02 - přednáška 2 - Spřažené prefamonolitické konstrukce. In: *Katedra betonových a zděných konstrukcí - ČVUT* [online]. 2017 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: http://people.fsv.cvut.cz/www/vaskova/BK02_2017Sprazene.pdf
- [15] vlastní podklady autora (obr.)

- [16] 110 – Stropní deskové dílce pro spřažené konstrukce - „filigrán” | PREFA ŽATEC, s.r.o. [online]. cit. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.prefazatec.cz/cz/vyrobni-program/dilce-pro-stropni-a-stresni-konstrukce/110--stropni-deskove-dilce-pro-sprazene-konstrukce---filigran>
- [17] Techlan - Chudoba s.r.o. Jeřábové traverzy. [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.techlan.cz/index.php?oid=4049688>
- [18] Vašková, Jitka. K133BK02 - přednáška1- Úvod, specifika navrhování montovaných a spřažených konstrukcí. In: *Katedra betonových a zděných konstrukcí - ČVUT* [online]. 2017 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: http://people.fsv.cvut.cz/www/vaskova/BK02_2017montovaneDilce.pdf
- [19] LiaStrop - Montáž stropů. [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.liastrop.cz/cz/fotogalerie/montaz-stropu-4>
- [20] Eluc - Prefa-monolitické železobetonové stropy. [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2209>
- [21] Betónové tvárnice a prefabrikáty 4 | Urob si sám. Urob si sám | Online magazín pre domácich majstrov [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://urobsisam.zoznam.sk/fotogalerie/stavba/betonove-tvarnice-afabrikaty-4>
- [22] Slovníček pojmů | Archeologie na dosah. Archeologie na dosah | Edukace a prezentace archeologického kulturního dědictví[online]. Copyright © 2012 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.archeologienadosah.cz/o-archeologii/slovnicek-pojmu>
- [23] Filigrán | Hrady.cz. [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: http://www.hrady.cz/index.php?p=main_slovnicek&sub=134&start=120
- [24] Filigránové stěny | Stropy, příčky | Konstrukce a prvky | Stavebnictví | www.asb-portal.cz. Odborný portál pro profesionály v oblasti stavebnictví [online]. Copyright © JAGA GROUP, s. r. o. Všechna práva vyhrazena [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/konstrukce-a-prvky/stropy-pricky/filigranove-steny>
- [25] Filigránové prvky | www.prefatrade.sk. [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.prefatrade.sk/?IDe=35525>
- [26] Otevíráme nový parkovací dům | Fakultní nemocnice Plzeň. Úvodní strana | Fakultní nemocnice Plzeň [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://www.fnplzen.cz/node/828>
- [27] Plzeň Fakultní nemocnice 2017 » B & BC a.s. - výrobky z betonu. Dlažby, obrubníky, prvky pro komunikace.. Úvodní stránka » B & BC a.s. - výrobky z betonu. Dlažby, obrubníky, prvky pro komunikace. [online]. Copyright © Copyright 2018 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.babc.cz/plzen-fakultni-nemocnice-2017>
- [28] MABA PREFA - Průmyslová výstavba - nové. [online]. Copyright © 2007 MABA Prefa spol. s r.o. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.mabaprefa.cz/prefabrikaty/reference/prumyslova-vystavba-nove/257/>

- [29] MABA PREFA - Reference - průmyslová výstavba. [online]. Copyright © 2007 MABA Prefa spol. s r.o. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: http://www.mabaprefa.cz/reference-prumyslova_vystavba.php
- [30] Maba prefa – Stavební materiály pro opravy. Stavební materiály pro opravy [online]. Copyright © All rights reserved. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://sibbez.ru/maba-prefa/>
- [31] Žebírkové stropy RECTOR výrobce předpjatých stropních systémů. Žebírkové stropy RECTOR výrobce předpjatých stropních systémů [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.rector.cz/kategorie/rectobeton>
- [32] Žebírkové stropy RECTOR výrobce předpjatých stropních systémů. Žebírkové stropy RECTOR výrobce předpjatých stropních systémů [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.rector.cz/kategorie/rectolight>
- [33] SICON s.r.o. [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.sicon.cz/>
- [34] UNICON | Stropní systémy TRAS. UNICON | Průmyslové stavitelství: ocelové konstrukce včetně opláštění, betonové prefabrikáty (úvodní stránka) [online]. Copyright © UNICON, spol. s [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.uniconcz.com/stropni-systemy-tras.html>
- [35] PREFABRIKOVANÉ STROPNÍ SYSTÉMY. Inteligentní řešení PDF. Představujeme Vám pohodlné a bezplatné nástroje pro publikování a sdílení informací. [online]. Copyright © DocPlayer.cz [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/68089115-Prefabrikovane-stropni-systemy-inteligentni-reseni.html>
- [36] Vin Consult - Pozemní stavby - reference - Centrum Praha Jih Chodov, Budova A východ. [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.vinconsult.cz/vin-consult-reference-detail.php?ID=6>
- [37] KŠ PREFA – Výrobce betonových prefabrikovaných konstrukcí [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://ksprefa.cz/produkty/dopravni-stavby/mostni-nosniky>
- [38] Žebírkové stropy RECTOR výrobce předpjatých stropních systémů [online]. Copyright © [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: http://www.rector.cz/dokumenty/rectobeton_prirucka_projektanta.pdf
- [39] Žebírkové stropy RECTOR výrobce předpjatých stropních systémů [online]. Copyright © [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: http://www.rector.cz/dokumenty/rectolight_prirucka_projektanta.pdf



LEGENDA MATERIÁLŮ A ČAR:

- ŽELEZOBETON – viz MATERIÁL: MONOLIT
- POROTHERM 30 P+D TL. 300 MM, P15 NA MC10
- POROTHERM 25 Z AKU TL. 250 MM, P15 NA MC10
- SDK PŘÍČKA RIGIPS TL. 100 MM
- MONTÁŽNÍ LINOVÉ PODEPŘENÍ

LEGENDA PREFABRIKOVANÝCH DÍLCŮ:

- (N1) STROPNÍ NOSNÍK RS 113, L = 3,82 m, ULOŽENÍ 50 mm (13 ks)
- (N2) STROPNÍ NOSNÍK RS 113, L = 4,19 m, ULOŽENÍ 70 mm (3 ks)
- (N3) STROPNÍ NOSNÍK RS 138, L = 7,64 m, ULOŽENÍ 70 mm (22 ks)
- (V1) STROPNÍ VLOŽKA RP 20 (681 ks)
- (V2) STROPNÍ VLOŽKA RP 12 (6 ks)

LEGENDA PŘEKLADŮ:

- (P1) PTH PŘEKLAD 23,8 – 1250, ULOŽENÍ min. 125 mm (3 ks v nadpraží, celkem 21 ks)
- (P2) PTH PŘEKLAD 23,8 – 2500, ULOŽENÍ min. 250 mm (3 ks v nadpraží, celkem 6 ks)
- (P3) PTH PŘEKLAD 23,8 – 1750, ULOŽENÍ min. 200 mm (3 ks v nadpraží, celkem 6 ks)
- (P4) PTH PŘEKLAD 23,8 – 1000, ULOŽENÍ min. 125 mm (3 ks v nadpraží, celkem 6 ks)
- (P5) PTH PŘEKLAD 23,8 – 1500, ULOŽENÍ min. 125 mm (3 ks v nadpraží, celkem 3 ks)
- (P6) SKRYTÝ PRŮVLAK MONOLITICKÝ 200/240, L = 2170 mm

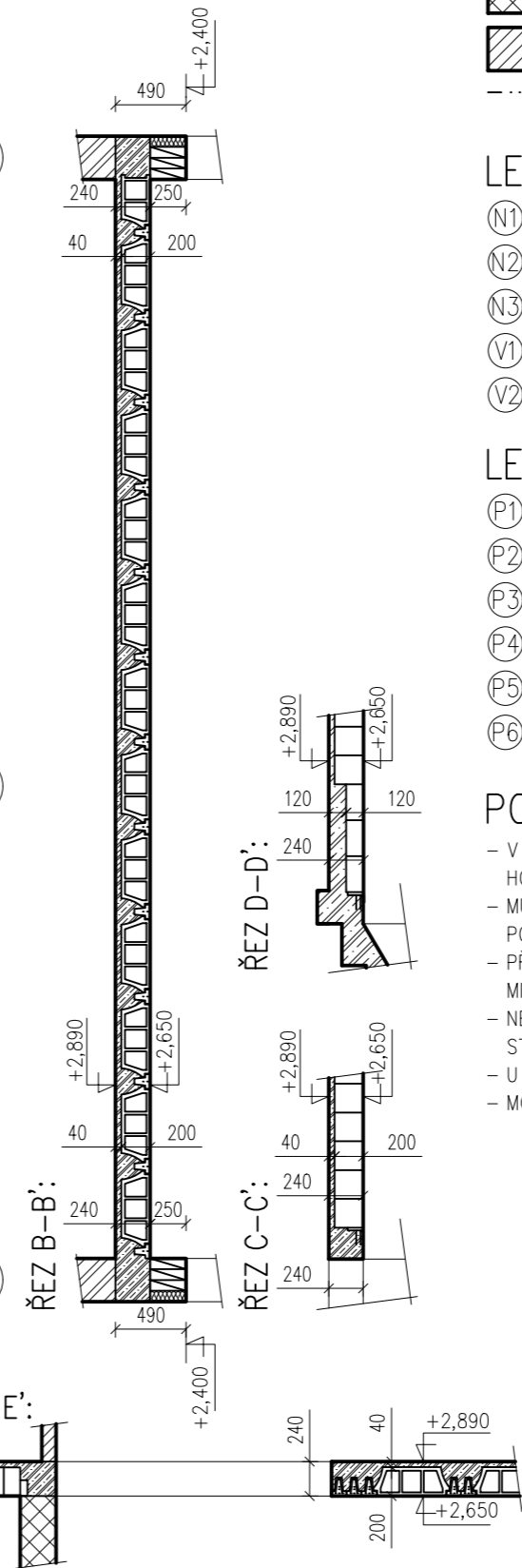
POZNÁMKY:

- v SOULADU S ČSN EN 15037-1 BUDE V CELÉ PLOŠE DO NADBETONÁVKY PŘI HORNÍM LÍCI VLOŽENA VÝTUŽNÁ KARI SÍŤ Ø4 ÷ 200 mm / Ø4 ÷ 200 mm
- MUSÍ BÝT DODRŽENA MINIMÁLNÍ HODNOTA KRYČÍ VRSTVY VÝTUŽE STANOVENÁ PODLE ČSN EN 1992-1-1
- PŘI PROVÁDĚNÍ MUSÍ BÝT DODRŽENY POKYNY PRO MONTÁŽNÍ PODEPŘENÍ A MINIMÁLNÍ NADVÝŠENÍ NOSNÍKŮ PODLE POKYNŮ VÝROBCE
- NEDÍLNOU SOUČÁSTÍ TOHOTO VÝKRESU JSOU VÝKRESY VÝTUŽE, DETAILŮ A STATICKÝ VÝPOČET
- U VĚNCŮ A OTVORŮ POUŽIT VŽDY JEDNOSTRANNĚ UZAVŘENÉ STROPNÍ VLOŽKY
- MONTÁŽ A PROVEDENÍ DETAILŮ PROVĚST PODLE POKYNŮ VÝROBCE

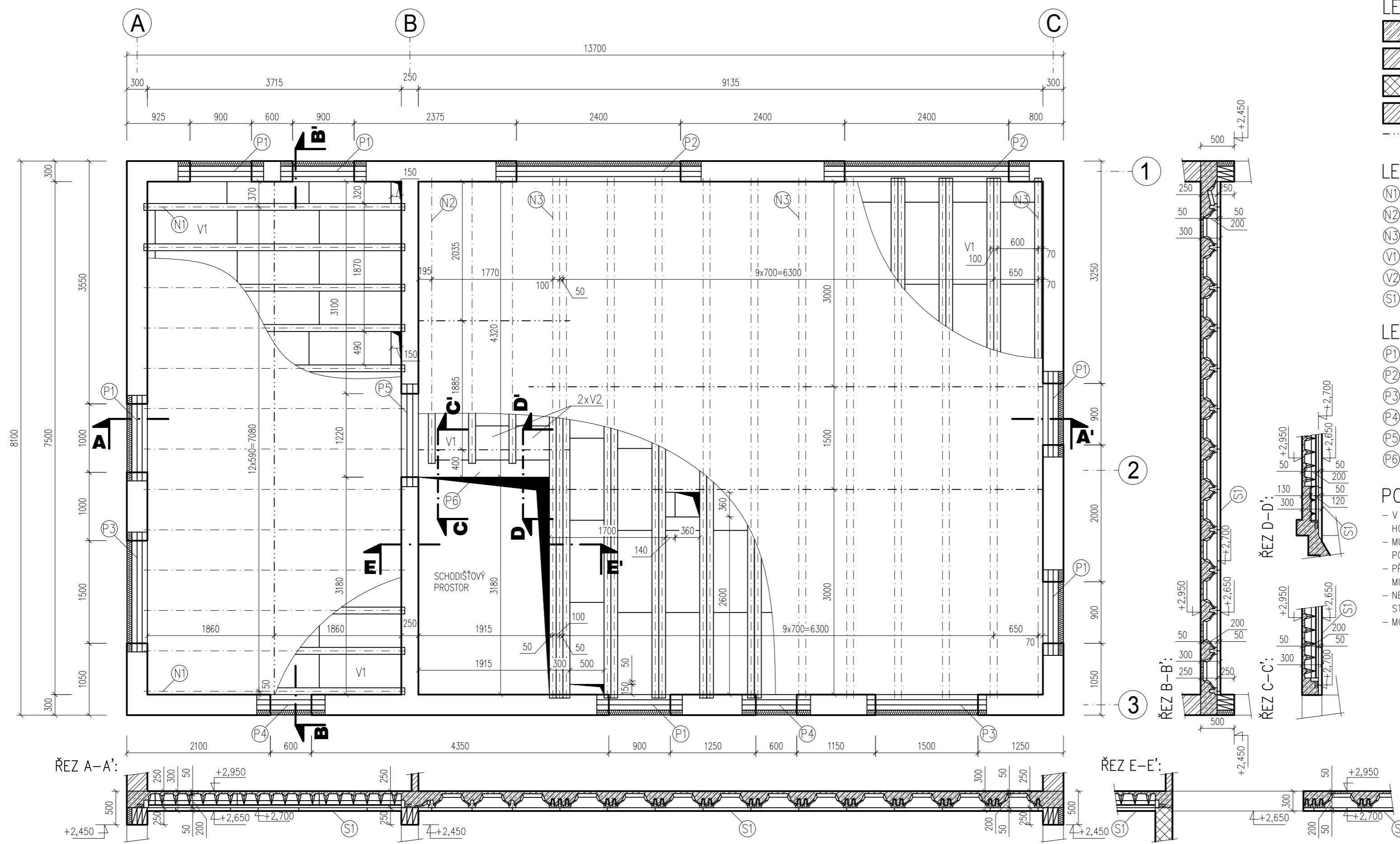
PREFABRIKÁT:
 - NOSNÍKY
 BETON C50/60-XC1-CI Q,20-Dmax 16-S3
 PŘEDPINACÍ VÝTUŽ

MONOLIT:
 BETON C20/25-XC1-CI Q,20-Dmax 16-S3
 BETONÁŘSKÁ VÝTUŽ B500B
 KRYTÍ VÝTUŽE min. 25 mm

±0,000 = 290 m.n.m. Bpv.



Zpracoval: Michal Tauchman	Konzultovala: doc. Ing. Jitka Vašková, CSc.	Skolní rok: 2017/2018	Fakulta stavební ČVUT
Katedra: K133 – Katedra betonových a zděných konstrukcí			Datum: 5/2018
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			Formát: 3xA4
Název: SPŘÁŽENÉ PREFAMONOLITICKÉ BETONOVÉ KONSTRUKCE			Meřítko: 1:50
Název výkresu: Výkres skladby – Rectorbeton, Varianta A			Číslo výkresu (PŘÍLOHA): 1



LEGENDA MATERIÁLŮ A ČAR:

- ŽELEZOBETON – viz MATERIÁL: MONOLIT
- POROTHERM 30 P+D TL. 300 MM, P15 NA MC10
- POROTHERM 25 Z AKU TL. 250 MM, P15 NA MC10
- SDK PŘÍČKA RIGIPS TL. 100 MM
- MONTÁŽNÍ LINOVÉ PODEPŘENÍ

LEGENDA PREFABRIKOVANÝCH DÍLCŮ:

- (N1) STROPNÍ NOSNÍK RS 113, L = 3,82 m, ULOŽENÍ 50 mm (13 ks)
- (N2) STROPNÍ NOSNÍK RS 113, L = 4,19 m, ULOŽENÍ 70 mm (3 ks)
- (N3) STROPNÍ NOSNÍK RS 138, L = 7,64 m, ULOŽENÍ 70 mm (22 ks)
- (V1) STROPNÍ VLOŽKA RL 20 (118 ks)
- (V2) STROPNÍ VLOŽKA RL 12 (2 ks)
- (S1) ZAVĚŠENÝ SDK PODHLED – RIGIPS RB 12,5 MM – 1x ZÁKLOP

LEGENDA PŘEKLADŮ:

- (P1) PTH PŘEKLAD 23,8 – 1250, ULOŽENÍ min. 125 mm (3 ks v nadpraží, celkem 21 ks)
- (P2) PTH PŘEKLAD 23,8 – 2500, ULOŽENÍ min. 250 mm (3 ks v nadpraží, celkem 6 ks)
- (P3) PTH PŘEKLAD 23,8 – 1750, ULOŽENÍ min. 200 mm (3 ks v nadpraží, celkem 6 ks)
- (P4) PTH PŘEKLAD 23,8 – 1000, ULOŽENÍ min. 125 mm (3 ks v nadpraží, celkem 6 ks)
- (P5) PTH PŘEKLAD 23,8 – 1500, ULOŽENÍ min. 125 mm (3 ks v nadpraží, celkem 3 ks)
- (P6) SKRYTÝ PRŮVLAK MONOLITICKÝ 200/240, L = 2170 mm

POZNÁMKY:

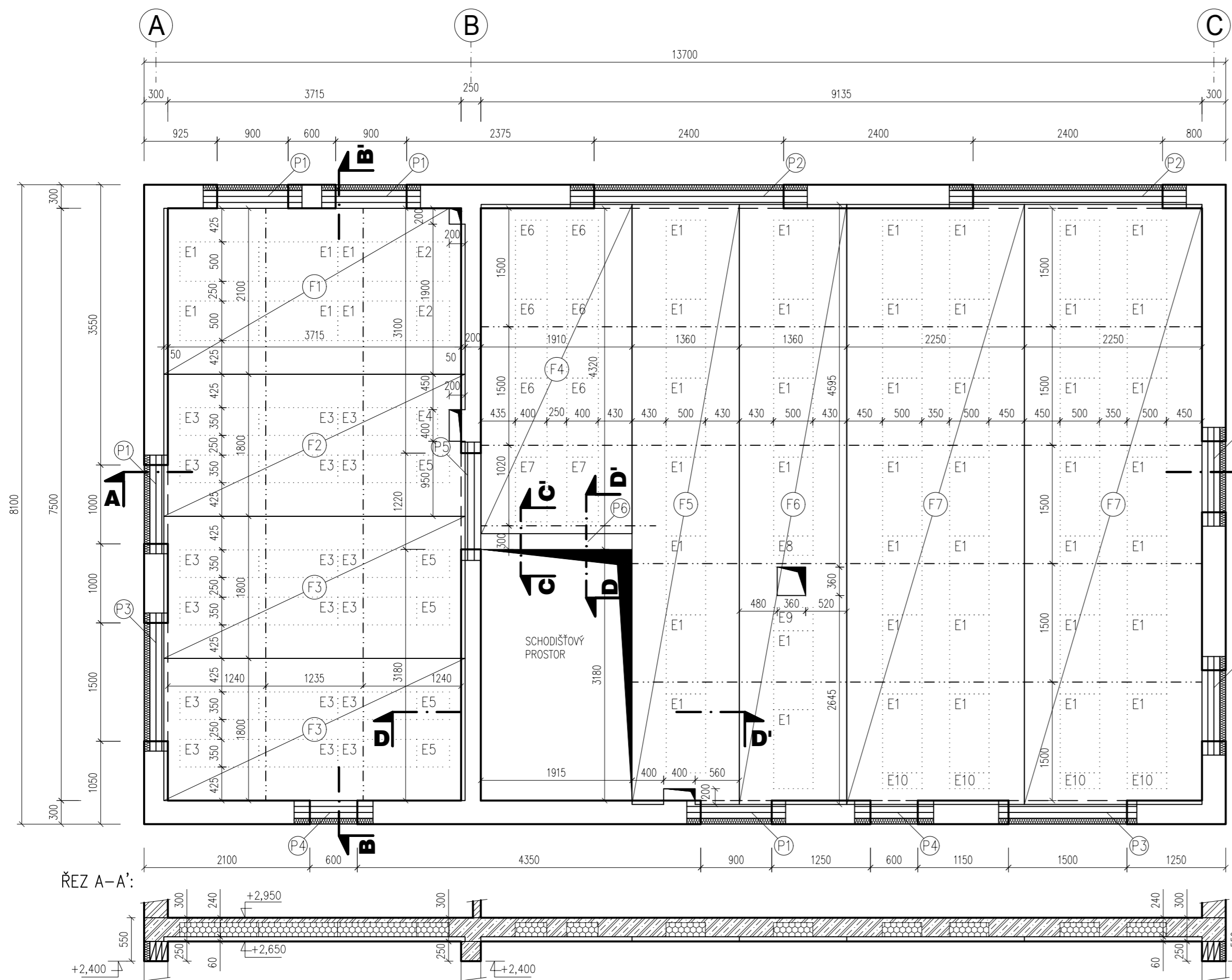
- V SOULADU S ČSN EN 15037-1 BUDE V CELÉ PLOŠE DO NADBETONÁVKY PŘI HORNÍM LÍCI VLOŽENA VÝZTUŽNÁ KARI SÍŤ Ø4 á 200 mm / Ø4 á 200 mm
- MUSÍ BÝT DODRŽENA MINIMÁLNÍ HODNOTA KRYCÍ VRSTVY VÝZTUŽE STANOVENÁ PODLE ČSN EN 1992-1-1
- PŘI PROVÁDĚNÍ MUSÍ BÝT DODRŽENY POKYNY PRO MONTÁŽNÍ PODEPŘENÍ A MINIMÁLNÍ NADVÝŠENÍ NOSNÍKŮ PODLE POKYNŮ VÝROBCE
- NEDILNOU SOUČÁSTÍ TOHOTO VÝKRESU JSOU VÝKRESY VÝZTUŽE, DETAILŮ A STATICKÝ VÝPOČET
- MONTÁŽ A PROVEDENÍ DETAILŮ PROVĚST PODLE POKYNŮ VÝROBCE

PREFABRIKÁT:
 - NOSNÍKY
 BETON C50/60-XC1-CI 0,20-Dmax 16-S3
 PŘEDPINACÍ VÝZTUŽ

MONOLIT:
 BETON C20/25-XC1-CI 0,20-Dmax 16-S3
 BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B500B
 KRYTÍ VÝZTUŽE min. 25 mm

±0,000 = 290 m.n.m. Bpv.

Zpracoval: Michal Tauchman	Konzultoval: doc. Ing. Jitka Vašková, CSc.	Školní rok: 2017/2018	Fakulta stavební ČVUT
Katedra: K133 – Katedra betonových a zděných konstrukcí			Datum: 5/2018
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			Formát: 3x4
Název: SPŘÁŽENÉ PREFAMONOLITICKÉ BETONOVÉ KONSTRUKCE			Meřítko: 1:50
Název výkresu: Výkres skladby – Rectorlight, Varianta A			Číslo výkresu (PŘÍLOHA): 2



LEGENDA MATERIÁLŮ A ČAR:

- ŽELEZOBETON – viz MATERIÁL: MONOLIT
- POROTHERM 30 P+D TL. 300 MM, P15 NA MC10
- POROTHERM 25 Z AKU TL. 250 MM, P15 NA MC10
- SDK PŘÍČKA RIGIPS TL. 100 MM
- STYROTRADE EPS 150 S pěnový polystyren
- MONTÁŽNÍ LINIOVÉ PODEPŘENÍ
- VYLEHČENÍ – STYROTRADE EPS 150 S pěnový polystyren

LEGENDA FILIGRÁNOVÝCH DÍLCŮ:

- Ⓕ F 38,2/21/6 – 3820x2100x60 mm, ULOŽENÍ 50 mm (1 ks)
- Ⓖ F 38,2/18/6 – 3820x1800x60 mm, ULOŽENÍ 50 mm (1 ks) – VYBRÁNÍ
- Ⓕ F 38,2/18/6 – 3820x1800x60 mm, ULOŽENÍ 50 mm (2 ks)
- Ⓖ F 41,7/19,1/6 – 4170x1910x60 mm, ULOŽENÍ 50 mm (1 ks)
- Ⓖ F 76/13,6/6 – 7600x1360x60 mm, ULOŽENÍ 50 mm (1 ks) – PROSTUP
- Ⓖ F 76/13,6/6 – 7600x1360x60 mm, ULOŽENÍ 50 mm (1 ks)
- Ⓖ F 76/22,5/6 – 7600x2250x60 mm, ULOŽENÍ 50 mm (2 ks)

LEGENDA PŘEKLADŮ:

- Ⓕ P1 PTH PŘEKLAD 23,8 – 1250, ULOŽENÍ min. 125 mm (3 ks v nadpraží, celkem 21 ks)
- Ⓕ P2 PTH PŘEKLAD 23,8 – 2500, ULOŽENÍ min. 250 mm (3 ks v nadpraží, celkem 6 ks)
- Ⓕ P3 PTH PŘEKLAD 23,8 – 1750, ULOŽENÍ min. 200 mm (3 ks v nadpraží, celkem 6 ks)
- Ⓕ P4 PTH PŘEKLAD 23,8 – 1000, ULOŽENÍ min. 125 mm (3 ks v nadpraží, celkem 6 ks)
- Ⓕ P5 PTH PŘEKLAD 23,8 – 1500, ULOŽENÍ min. 125 mm (3 ks v nadpraží, celkem 3 ks)
- Ⓕ P6 SKRYTÝ PRŮVLAK MONOLITICKÝ 200/300, L = 2550 mm

LEGENDA VYLEHČUJÍCÍCH DESEK:

- Ⓖ E1 STYROTRADE EPS 150 S pěnový polystyren 1000x500x180 mm (47 ks)
- Ⓖ E2 STYROTRADE EPS 150 S pěnový polystyren 415x500x180 mm (2 ks)
- Ⓖ E3 STYROTRADE EPS 150 S pěnový polystyren 1000x350x180 mm (18 ks)
- Ⓖ E4 STYROTRADE EPS 150 S pěnový polystyren 265x350x180 mm (1 ks)
- Ⓖ E5 STYROTRADE EPS 150 S pěnový polystyren 415x350x180 mm (5 ks)
- Ⓖ E6 STYROTRADE EPS 150 S pěnový polystyren 1000x400x180 mm (6 ks)
- Ⓖ E7 STYROTRADE EPS 150 S pěnový polystyren 820x400x180 mm (2 ks)
- Ⓖ E8 STYROTRADE EPS 150 S pěnový polystyren 240x500x180 mm (1 ks)
- Ⓖ E9 STYROTRADE EPS 150 S pěnový polystyren 300x500x180 mm (1 ks)
- Ⓖ E10 STYROTRADE EPS 150 S pěnový polystyren 200x500x180 mm (4 ks)

POZNÁMKY:

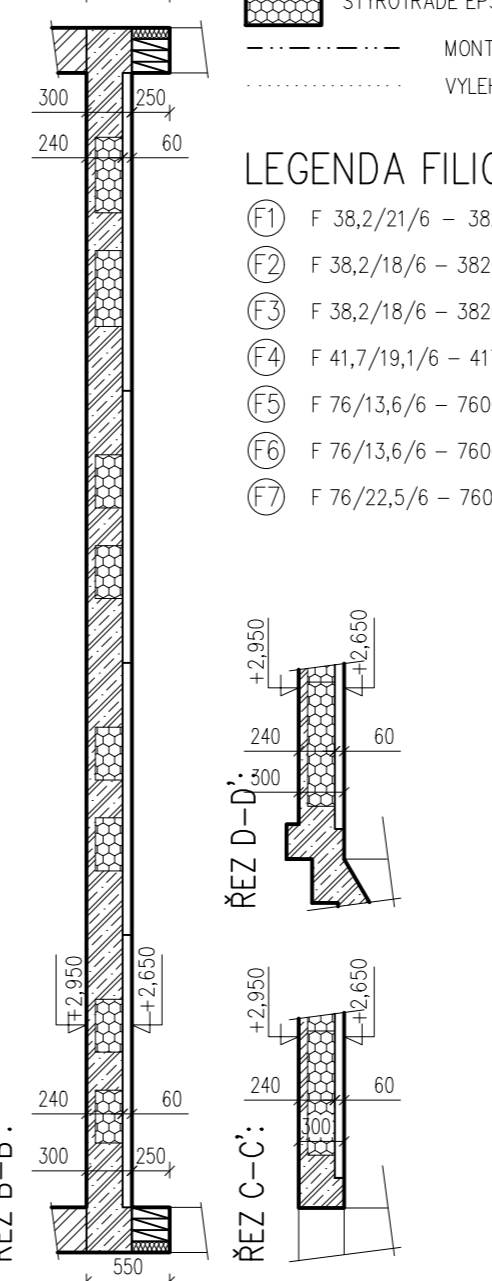
- V SOULADU S ČSN EN 15037-1 BUDE V CELÉ PLOŠE DO NADBETONÁVKY PŘI HORNÍM LÍCI VLOŽENA VÝTUŽNÁ KARI SÍŤ Ø4 á 150 mm / Ø4 á 150 mm
- MUSÍ BÝT DODRŽENA MINIMÁLNÍ HODNOTA KRYCÍ VRSTVY VÝTUŽE STANOVENÁ PODLE ČSN EN 1992-1-1
- PŘI PROVÁDĚNÍ MUSÍ BÝT DODRŽENY POKYNY PRO MONTÁŽNÍ PODEPŘENÍ A MINIMÁLNÍ NADVÝŠENÍ PANELŮ PODLE POKYŇŮ VÝROBCE
- PO KONZULTACI SE STATIKEM JE MOŽNÉ PROVĚST DODATEČNĚ PROSTUPY ROZMĚRŮ MENŠÍCH NEŽ 150x150 mm
- NEDÍLNŮ SOUČÁSTÍ TOHOTO VÝKRESU JSOU VÝKRESY VÝTUŽE, DETAILŮ A STATICKÝ VÝPOČET

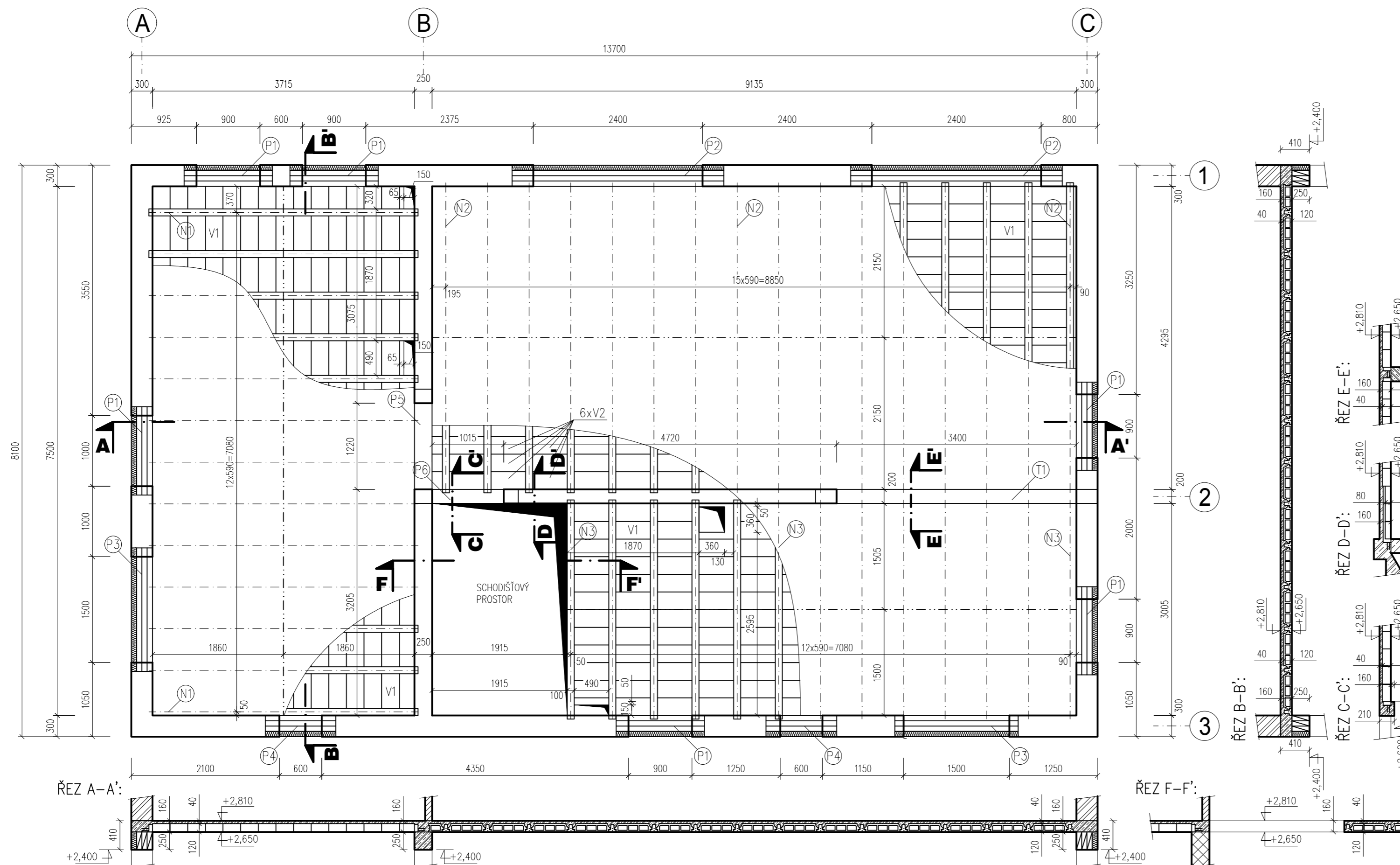
PREFABRIKÁT:
BETON C25/30-XC1-CI 0,20-Dmax 16-S3
BETONÁŘSKÁ VÝTUŽ B500B

MONOLIT:
BETON C20/25-XC1-CI 0,20-Dmax 16-S3
BETONÁŘSKÁ VÝTUŽ B500B
KRYTÍ VÝTUŽE min. 20 mm

±0,000 = 290 m.n.m. Bpv.

Zpracoval: Michal Tauchman	Konzultovala: doc. Ing. Jitka Vašková, CSc.	Školní rok: 2017/2018	Fakulta stavební ČVUT
Katedra: K133 – Katedra betonových a zděných konstrukcí			
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			Datum: 5/2018
Název: SPŘAŽENÉ PREFAMONLITICKÉ BETONOVÉ KONSTRUKCE			Formát: 4xA4
Název výkresu: Výkres skladby – Filigránový strop, Varianta A			Meřítko: 1:50
			Číslo výkresu (PŘÍLOHA): 3





LEGENDA MATERIÁLŮ A ČAR:

- ŽELEZOBETON – viz MATERIÁL: MONOLIT
- ŽELEZOBETON – viz MATERIÁL: PREFABRIKÁT – PRŮVLAK
- POROTHERM 30 P+D TL. 300 MM, P15 NA MC10
- POROTHERM 25 Z AKU TL. 250 MM, P15 NA MC10
- POROTHERM 17,5 TL. 175 MM, P10 NA MC10
- SDK PŘÍČKA RIGIPS TL. 100 MM
- MONTÁŽNÍ LINOVÉ PODEPŘENÍ

LEGENDA PREFABRIKOVANÝCH DÍLCŮ:

- (N1) STROPNÍ NOSNÍK RS 113, L = 3,82 m, ULOŽENÍ 50 mm (13 ks)
- (N2) STROPNÍ NOSNÍK RS 114, L = 4,4 m, ULOŽENÍ 50 mm (16 ks)
- (N3) STROPNÍ NOSNÍK RS 112, L = 3,11 m, ULOŽENÍ 50 mm (13 ks)
- (V1) STROPNÍ VLOŽKA RP 12 (583 ks)
- (V2) STROPNÍ VLOŽKA RP 8 (6 ks)
- (T1) PRŮVLAK PREFABRIKOVANÝ 200/200, L = 4000 mm (s vyčnívající sprahující výztuží)

LEGENDA PŘEKLADŮ:

- (P1) PTH PŘEKLAD 23,8 – 1250, ULOŽENÍ min. 125 mm (4 ks v nadpraží, celkem 24 ks)
- (P2) PTH PŘEKLAD 23,8 – 2500, ULOŽENÍ min. 250 mm (4 ks v nadpraží, celkem 8 ks)
- (P3) PTH PŘEKLAD 23,8 – 1750, ULOŽENÍ min. 200 mm (4 ks v nadpraží, celkem 8 ks)
- (P4) PTH PŘEKLAD 23,8 – 1000, ULOŽENÍ min. 125 mm (4 ks v nadpraží, celkem 8 ks)
- (P5) PŘEKLAD MONOLITICKÝ 250/250, L = 1620 mm
- (P6) SKRYTÝ PRŮVLAK MONOLITICKÝ 200/210, L = 1470 mm

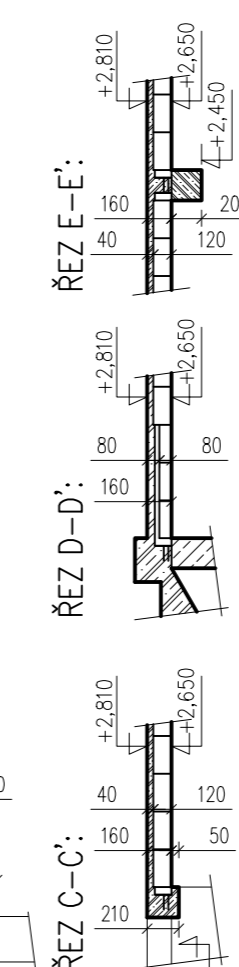
POZNÁMKY:

- V SOULADU S ČSN EN 15037-1 BUDE V CELÉ PLOŠE DO NADBETONÁVKY PŘI HORNÍM LÍCI VLOŽENA VÝZTUŽNÁ KARI SIŤ Ø4 ÷ 200 mm / Ø4 ÷ 200 mm
- MUSÍ BÝT DODRŽENA MINIMÁLNÍ HODNOTA KRYCÍ VRSTVY VÝZTUŽE STANOVENÁ PODLE ČSN EN 1992-1-1
- PŘI PROVÁDĚNÍ MUSÍ BÝT DODRŽENY POKYNY PRO MONTÁŽNÍ PODEPŘENÍ A MINIMÁLNÍ NADVÝŠENÍ NOSNÍKŮ PODLE POKYNŮ VÝROBCE
- NEDILNOU SOUČÁSTÍ TOHOTO VÝKRESU JSOU VÝKRESY VÝZTUŽE, DETAILŮ A STATICKÝ VÝPOČET
- U VĚNCŮ A OTVORŮ POUŽIT VŽDY JEDNOSTRANNĚ UZAVŘENÉ STROPNÍ VLOŽKY
- MONTÁŽ A PROVEDENÍ DETAILŮ PROVĚST PODLE POKYNŮ VÝROBCE

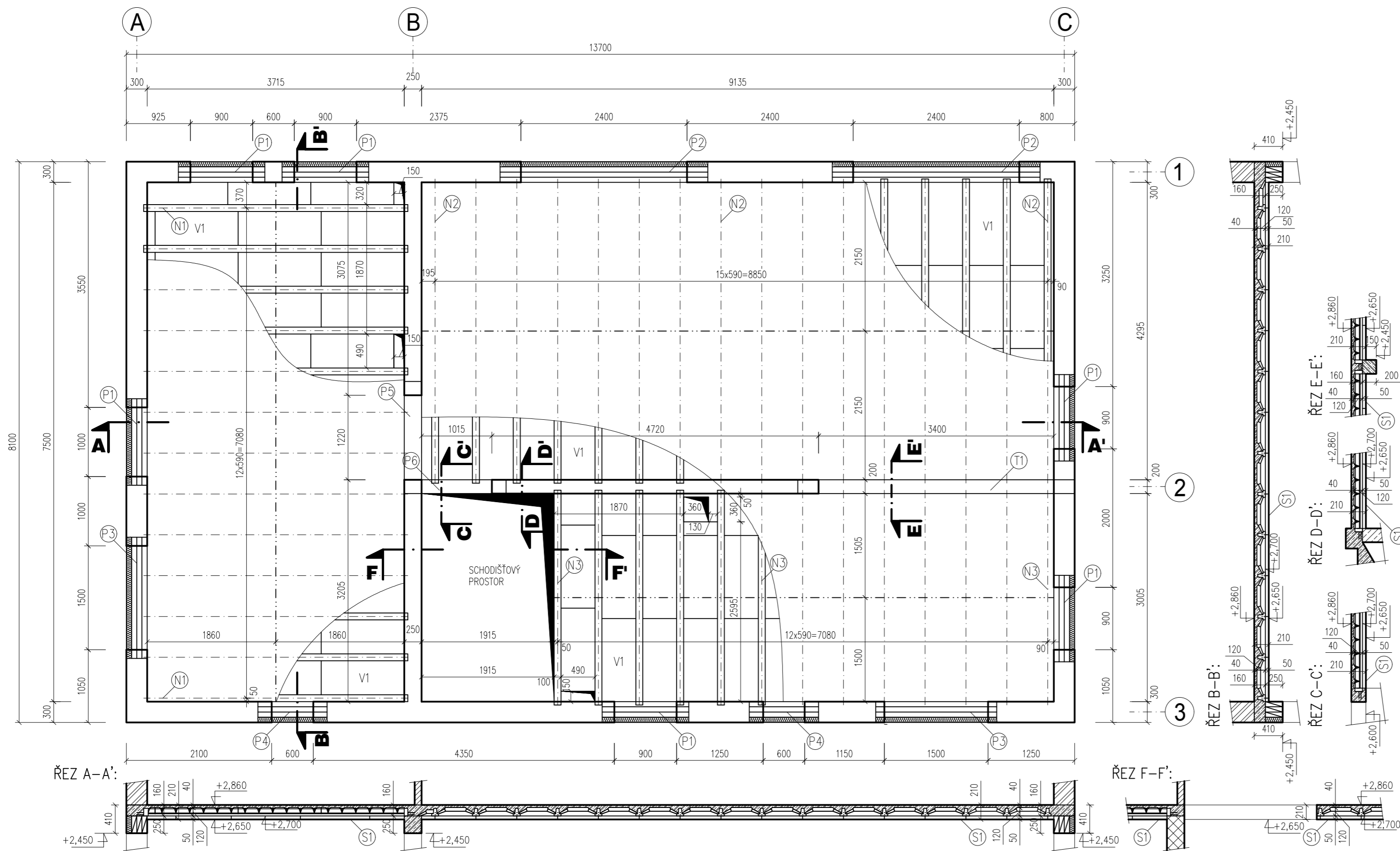
±0,000 = 290 m.n.m. Bpv.

PREFABRIKÁT:
 - NOSNÍKY
 BETON C50/60-XC1-CI 0,20-Dmax 16-S3
 BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B500B
 - PRŮVLAK
 BETON C25/30-XC1-CI 0,20-Dmax 16-S3
 BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B500B

MONOLIT:
 BETON C20/25-XC1-CI 0,20-Dmax 16-S3
 BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B500B
 KRYTÍ VÝZTUŽE min. 25 mm



Zpracoval: Michal Tauchman	Konzultovala: doc. Ing. Jitka Vašková, CSc.	Školní rok: 2017/2018	Fakulta stavební ČVUT
Katedra: K133 – Katedra betonových a zděných konstrukcí			Datum: 5/2018
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			Formát: 3xA4
Název: SPŘÁZENÉ PREFAMONOLITICKÉ BETONOVÉ KONSTRUKCE			Meřítko: 1:50
Název výkresu: Výkres skladby – Rectorbeton, Varianta B			Číslo výkresu (PŘÍLOHA): 4



LEGENDA MATERIÁLŮ A ČAR:

- ŽELEZOBETON – viz MATERIÁL: MONOLIT
- ŽELEZOBETON – viz MATERIÁL: PREFABRIKÁT – PRŮVLAK
- POROTHERM 30 P+D TL. 300 MM, P15 NA MC10
- POROTHERM 25 Z AKU TL. 250 MM, P15 NA MC10
- POROTHERM 17,5 TL. 175 MM, P10 NA MC10
- SDK PŘÍČKA RIGIPS TL. 100 MM
- MONTÁŽNÍ LINOVÉ PODEPŘENÍ

LEGENDA PREFABRIKOVANÝCH DÍLCŮ:

- (N1) STROPNÍ NOSNÍK RS 113, L = 3,82 m, ULOŽENÍ 50 mm (13 ks)
- (N2) STROPNÍ NOSNÍK RS 114, L = 4,4 m, ULOŽENÍ 50 mm (16 ks)
- (N3) STROPNÍ NOSNÍK RS 112, L = 3,11 m, ULOŽENÍ 50 mm (13 ks)
- (V1) STROPNÍ VLOŽKA RL 12 (125 ks)
- (T) PRŮVLAK PREFABRIKOVANÝ 200/200, L = 4000 mm (s vyčnívající spráhující výztuží)
- (S) ZAVĚŠENÝ SDK PODHLED – RIGIPS RB 12,5 MM – 1x ZÁKLOP

LEGENDA PŘEKLADŮ:

- (P1) PTH PŘEKLAD 23,8 – 1250, ULOŽENÍ min. 125 mm (4 ks v nadpraží, celkem 24 ks)
- (P2) PTH PŘEKLAD 23,8 – 2500, ULOŽENÍ min. 250 mm (4 ks v nadpraží, celkem 8 ks)
- (P3) PTH PŘEKLAD 23,8 – 1750, ULOŽENÍ min. 200 mm (4 ks v nadpraží, celkem 8 ks)
- (P4) PTH PŘEKLAD 23,8 – 1000, ULOŽENÍ min. 125 mm (4 ks v nadpraží, celkem 8 ks)
- (P5) PŘEKLAD MONOLITICKÝ 250/250, L = 1620 mm
- (P6) SKRYTÝ PRŮVLAK MONOLITICKÝ 200/210, L = 1470 mm

±0,000 = 290 m.n.m. Bpv.

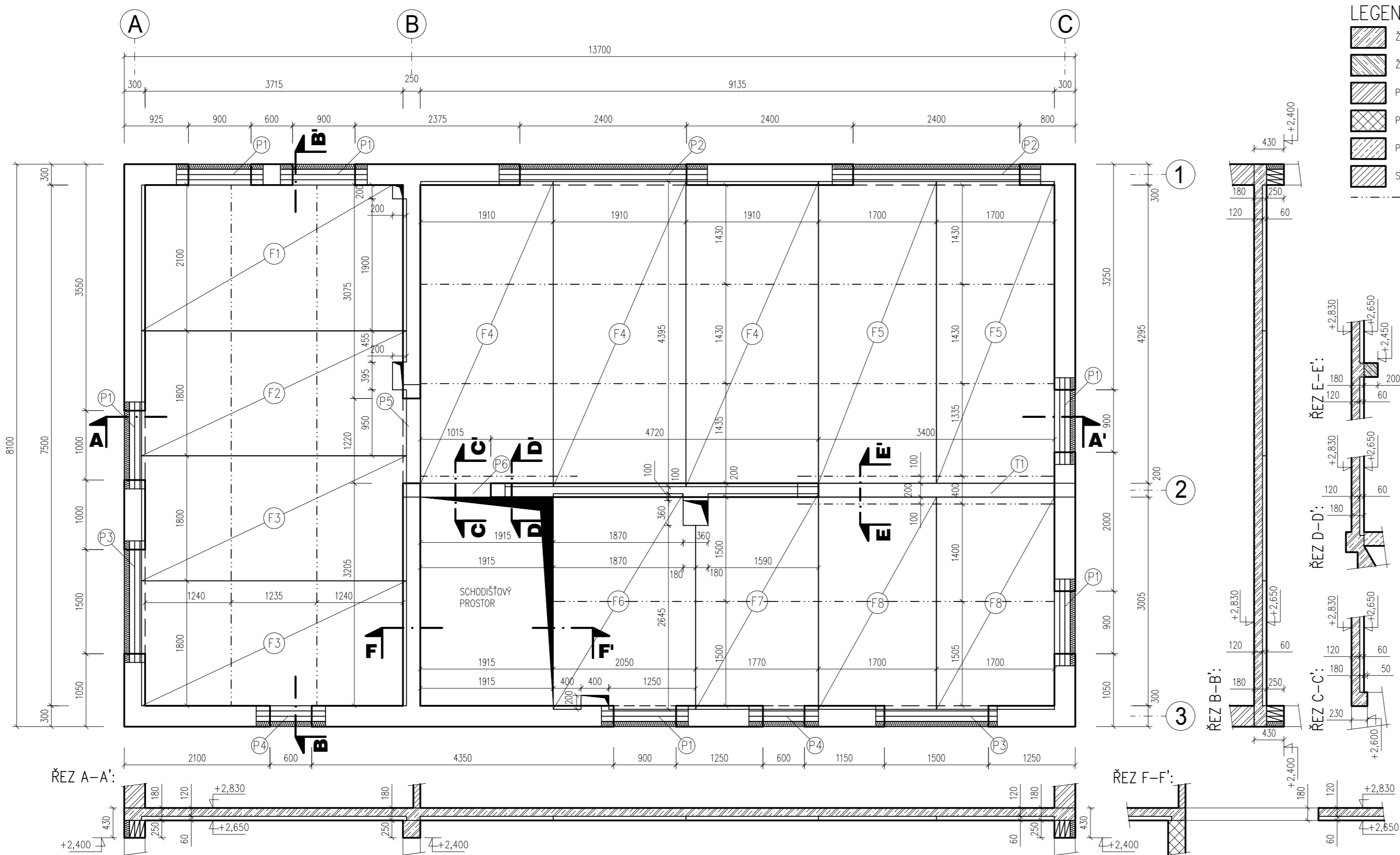
POZNÁMKY:

- V SOULADU S ČSN EN 15037-1 BUDE V CELÉ PLOŠE DO NADBETONÁVKY PŘI HORNÍM LÍCI VLOŽENA VÝZTUŽNÁ KARI SIŤ Ø4 á 200 mm / Ø4 á 200 mm
- MUSÍ BÝT DODRŽENA MINIMÁLNÍ HODNOTA KRYCÍ VRSTVY VÝZTUŽE STANOVENÁ PODLE ČSN EN 1992-1-1
- PŘI PROVÁDĚNÍ MUSÍ BÝT DODRŽENY POKYNY PRO MONTÁŽNÍ PODEPŘENÍ A MINIMÁLNÍ NADVÝŠENÍ NOSNÍKŮ PODLE POKYŇŮ VÝROBCE
- NEDÍLNOU SOUČÁSTÍ TOHOTO VÝKRESU JSOU VÝKRESY VÝZTUŽE, DETAILŮ A STATICKÝ VÝPOČET
- MONTÁŽ A PROVĚZENÍ DETAILŮ PROVĚST PODLE POKYŇŮ VÝROBCE

PREFABRIKÁT:
 - NOSNÍKY
 BETON C50/60-XC1-CI 0,20-Dmax 16-S3
 BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B500B
 - PRŮVLAK
 BETON C25/30-XC1-CI 0,20-Dmax 16-S3
 BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B500B

MONOLIT:
 BETON C20/25-XC1-CI 0,20-Dmax 16-S3
 BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B500B
 KRYTÍ VÝZTUŽE min. 25 mm

Zpracoval: Michal Tauchman	Konzultovala: doc. Ing. Jitka Vašková, CSc.	Školní rok: 2017/2018	Fakulta stavební ČVUT
Katedra: K133 – Katedra betonových a zděných konstrukcí			Datum: 5/2018
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			Formát: 3xA4
Název: SPŘÁZENÉ PREFAMONOLITICKÉ BETONOVÉ KONSTRUKCE			Meřítko: 1:50
Název výkresu: Výkres skladby – Rectorlight, Varianta B			Číslo výkresu (PŘÍLOHA): 5



LEGENDA MATERIÁLŮ A ČAR:

- ŽELEZOBETON – viz MATERIÁL: MONOLIT
- ŽELEZOBETON – viz MATERIÁL: PREFABRIKÁT – PRŮVLAK
- POROTHERM 30 P+D TL. 300 MM, P15 NA MC10
- POROTHERM 25 Z AKU TL. 250 MM, P15 NA MC10
- POROTHERM 17,5 TL. 175 MM, P10 NA MC10
- SDK PŘÍČKA RIGIPS TL. 100 MM
- MONTÁŽNÍ LINIOVÉ PODEPŘENÍ

LEGENDA PREFABRIKOVANÝCH DÍLCŮ:

- F1 F 38,2/21/6 – 3820x2100x60 mm, ULOŽENÍ 50 mm (1 ks)
- F2 F 38,2/18/6 – 3820x1800x60 mm, ULOŽENÍ 50 mm (1 ks) – VYBRÁNÍ
- F3 F 38,2/18/6 – 3820x1800x60 mm, ULOŽENÍ 50 mm (2 ks)
- F4 F 44,2/19,1/6 – 4420x1910x60 mm, ULOŽENÍ 50 mm (3 ks)
- F5 F 43,5/17/6 – 4350x1700x60 mm, ULOŽENÍ 50 mm (2 ks)
- F6 F 31,1/20,5/6 – 3110x2050x60 mm, ULOŽENÍ 50 mm (1 ks) – VYBRÁNÍ
- F7 F 31,1/17,7/6 – 3110x1770x60 mm, ULOŽENÍ 50 mm (1 ks) – VYBRÁNÍ
- F8 F 30,6/17/6 – 3060x1700x60 mm, ULOŽENÍ 50 mm (2 ks)
- T1 PRŮVLAK PREFABRIKOVANÝ 200/150, L = 4000 mm (s vyčnívající spřahující výztuží)

LEGENDA PŘEKLADŮ:

- P1 PTH PŘEKLAD 23,8 – 1250, ULOŽENÍ min. 125 mm (4 ks v nadpraží, celkem 24 ks)
- P2 PTH PŘEKLAD 23,8 – 2500, ULOŽENÍ min. 250 mm (4 ks v nadpraží, celkem 8 ks)
- P3 PTH PŘEKLAD 23,8 – 1750, ULOŽENÍ min. 200 mm (4 ks v nadpraží, celkem 8 ks)
- P4 PTH PŘEKLAD 23,8 – 1000, ULOŽENÍ min. 125 mm (4 ks v nadpraží, celkem 8 ks)
- P5 PŘEKLAD MONOLITICKÝ 250/250, L = 1620 mm
- P6 SKRYTÝ PRŮVLAK MONOLITICKÝ 200/230, L = 1470 mm

POZNÁMKY:

- V SOULADU S ČSN EN 15037-1 BUDE V CELÉ PLOŠE DO NADBETONÁVKY PŘI HORNÍM LÍCI VLOŽENA VÝZTUŽNÁ KARI SÍŤ Ø4 ě 150 mm / Ø4 ě 150 mm
- MUSÍ BÝT DODRŽENA MINIMÁLNÍ HODNOTA KRYCÍ VRSTVY VÝZTUŽE STANOVENÁ PODLE ČSN EN 1992-1-1
- PŘI PROVÁDĚNÍ MUSÍ BÝT DODRŽENY POKYNY PRO MONTÁŽNÍ PODEPŘENÍ A MINIMÁLNÍ NADVÝŠENÍ PANELŮ PODLE POKYNŮ VÝROBCE
- PO KONZULTACI SE STATIKEM JE MOŽNÉ PROVĚST DODATEČNÉ PROSTUPY ROZMĚRŮ MENŠÍCH NEŽ 150x150 mm
- NEDÍLNOU SOUČÁSTÍ TOHOTO VÝKRESU JSOU VÝKRESY VÝZTUŽE, DETAILŮ A STATICKÝ VÝPOČET

PREFABRIKÁT:
BETON C25/30-XC1-CI 0,20-Dmax 16-S3
BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B500B

MONOLIT:
BETON C20/25-XC1-CI 0,20-Dmax 16-S3
BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B500B
KRYTÍ VÝZTUŽE min. 20 mm

±0,000] = 290 m.n.m. Bpv.

Zpracoval: Michal Tauchman	Konzultovala: doc. Ing. Jitka Vašková, CSc.	Školní rok: 2017/2018	Fakulta stavební ČVUT
Katedra: K133 – Katedra betonových a zděných konstrukcí			Datum: 5/2018
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			Formát: 4xA4
Název: SPŘAŽENÉ PREFAMONOLITICKÉ BETONOVÉ KONSTRUKCE			Meřítko: 1:50
Název výkresu: Výkres skladby – Filigranový strop, Varianta B			Číslo výkresu (PŘÍLOHA): 6