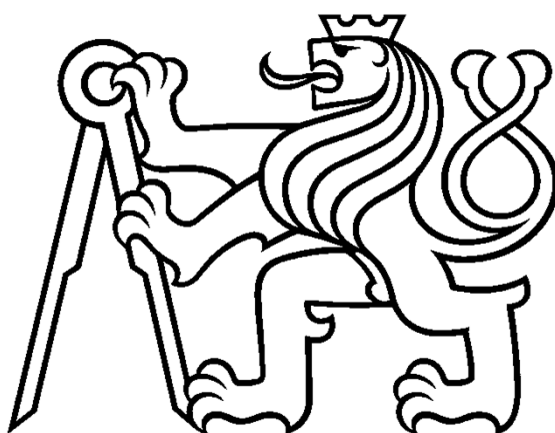


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vyztužování betonových konstrukcí sítěmi a prostorovou výztuží

Vypracovala:

Miroslava Chovanová

Vedoucí práce:

doc. Ing. Jitka Vašková, CSc.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Chovanová Jméno: Miroslava Osobní číslo: 484375
Zadávající katedra: Katedra betonových a zděných konstrukcí
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vyztužování betonových konstrukcí sítěmi a prostorovou výztuží
Název bakalářské práce anglicky: Concrete reinforcing mesh and 3D products

Pokyny pro vypracování:

- souhrn poznatků o používaných typech výztuže betonových konstrukcí se zaměřením na aplikace ocelových sítí a prostorové výztuže
- postupy a porovnání návrhu vybraných typů konstrukcí s vázanou výztuží, sítěmi a připravenými výztužnými prvky

Seznam doporučené literatury:

související normy ČSN
odborné články (Beton TKS, sborníky konferencí a další)
podklady výrobců

Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Jitka Vašková, CSc.

Datum zadání bakalářské práce: 14.2.2022 Termín odevzdání BP v IS KOS: 15.5.2022
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

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)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně pod odborným vedením doc. Ing. Jitky Vaškové, CSc. a s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce za celkové odborné vedení, cenné rady a připomínky při vypracování této bakalářské práce a za trpělivost, vstřícnost a čas, který byla ochotna věnovat konzultacím.

Abstrakt

Práce se věnuje vyztužování betonových prvků se zaměřením na typy vyztužovacích prvků v provádění. V druhé kapitole jsou představeny varianty vyztužovacích prvků dle použitých materiálů a základního rozdělení. Třetí kapitola obsahuje detailnější popis betonářské ocelové výztuže – charakteristika výztužných prutů a typy v provádění betonářské výztuže. V poslední části jsou vyztužovány dva konstrukční prvky, deska a průvlak ve dvou variantách. Kapitola je zakončena porovnáním variant návrhu, kde jsou uvedeny jejich výhody a nevýhody při navrhování. V závěru práce je vyhodnocení obsahu bakalářské práce a případná doporučení.

Klíčová slova

železobeton, vyztužení betonu, betonářská výztuž, návrh výztuže, vázaná výztuž, svařované sítě, prostorová výztuž, doplňky pro vyztužování, vyztužení desky, vyztužení průvlaku

Abstract

The thesis deals with the reinforcement of concrete elements, focusing on the types of reinforcing elements in the implementation. The second chapter presents variants of reinforcing elements according to the used materials and basic division. The third chapter contains a more detailed description of concrete reinforcement - characteristics of reinforcing bars and types in the implementation of concrete reinforcement. In the last part, two structural elements are reinforced, a slab and a beam in two variants. The chapter concludes with a comparison of design variants, which lists their advantages and disadvantages in design. At the end of the thesis is the evaluation of the content of the bachelor thesis and possible recommendations.

Keywords

reinforced concrete, concrete reinforcement, rebar, reinforcement design tied reinforcement, concrete reinforcing mesh, 3D products, reinforcement accessories, slab reinforcement, beam reinforcement

Obsah

1	Úvod	7
1.1	Předmluva.....	7
1.2	Cíle práce.....	7
1.3	Obsah práce.....	8
2	Beton a výztuž.....	9
2.1	Typy výztuže.....	9
2.1.1	Kovové a nekovové prvky výztuže.....	10
2.1.2	Základní rozdělení	10
3	Betonářská ocelová výztuž.....	15
3.1	Výztužné pruty.....	15
3.1.1	Soudržnost s betonem	15
3.1.2	Tažnost oceli.....	16
3.1.3	Výroba	18
3.1.4	Svařování.....	20
3.2	Typy v provádění vyztužování.....	21
3.2.1	Vázaná výztuž.....	21
3.2.2	Svařované sítě.....	22
3.2.3	Prostorová výztuž.....	25
3.2.4	Doplňky pro vyztužování.....	30
3.3	Porovnání typů.....	36
4	Navrhování.....	37
4.1	Základní parametry vybraných prvků.....	38
4.2	Navrhování výztuže pro mezní stav únosnosti.....	38
4.2.1	Návrh výztuže desky.....	38
4.2.2	Návrh výztuže průvlaku	40

4.3	Konstrukční uspořádání výztuže.....	41
4.4	Deska.....	46
4.4.1	Varianta 1 - vázaná výztuž.....	49
4.4.2	Varianta 2 - svařované sítě.....	50
4.5	Průvlak.....	51
4.5.1	Varianta 1 - vázaná výztuž.....	53
4.5.2	Varianta 2 - svařované sítě a prostorové prvky.....	53
4.6	Porovnání navrhování dle typu výztuže.....	54
5	Závěr.....	57
	Seznam použité literatury.....	58
	Seznam obrázků.....	61
	Seznam tabulek.....	62
	Seznam příloh.....	63

1 Úvod

1.1 Předmluva

Beton je vzhledem ke svým vlastnostem jedním z nejvíce používaných stavebních materiálů při výstavbě konstrukcí různého typu. Tyto vlastnosti jsou však omezené. Beton disponuje velmi dobrou pevností v tlaku, jednou z jeho slabin je však pevnost v tahu. Pro přenesení tahového namáhání se beton vyztužuje prvky z materiálů, které mají v tomto ohledu vyšší kvality. Výsledkem spolupůsobení betonu s výztuží je pak, oproti prostému betonu, schopnost vyztuženého betonu odolávat vyššímu tahovému namáhání. Vyztužovat lze mnoha způsoby. Výběr způsobu vyztužování a materiálu výztuže závisí na požadovaných vlastnostech, kterých je potřeba u vyztuženého betonového prvku dosáhnout.

1.2 Cíle práce

Jedním z cílů této bakalářské práce je představení typů výztuže betonových konstrukcí s následným zaměřením na aplikace ocelových sítí a prostorové výztuže.

Dalším cílem je uvedení postupů a porovnání návrhu vybraných typů konstrukcí s vázanou výztuží, sítěmi a připravenými výztužnými prvky.

1.3 Obsah práce

Bakalářská práce se věnuje možnostem, kterými lze betonovou konstrukci či prvek vyztužit. V následující kapitole jsou představeny varianty vyztužovacích prvků dle použitých materiálů a základního rozdělení. Jedná se o kovové a nekovové prvky výztuže a rozdělení výztuže na betonářskou, předpínací, tuhé vložky, rozptýlenou výztuž a uhlíkové lamely.

Další kapitola obsahuje detailnější popis betonářské ocelové výztuže. Část kapitoly je určena charakteristice výztužných prutů – soudržnosti s betonem, tažnosti oceli, výrobě prutů a jejich svařování. Zbývá část kapitoly představuje typy v provádění betonářské výztuže. Jedná se o vázanou výztuž, svařované sítě a prostorovou výztuž. Jsou popsány jejich základní vlastnosti, výhody a nevýhody a možnosti jejich využití. V neposlední řadě jsou zde zmíněny i doplňky pro vyztužování. Kapitola je zakončena porovnáním jednotlivých typů i z hlediska provádění s uvedením aspektů, které mohou ovlivnit návrh vyztužení betonového prvku či konstrukce.

V poslední části bakalářské práce je proveden návrh vyztužení dvou konstrukčních prvků – desky a průvlaku. Samotným návrhům předchází popis postupů při navrhování a představení vyztužovaných betonových prvků. Návrhy jsou provedeny pro dvě varianty vyztužení. V první variantě je použita čistě vázaná výztuž a v druhé svařované sítě a svařované prostorové prvky, které jsou v případě potřeby doplněny o prvky vázané výztuže. K návrhu jsou přiloženy jednotlivé výkresy výztuže prvků pro obě varianty. Kapitola je zakončena porovnáním variant návrhu, kde jsou uvedeny jejich výhody ale i nevýhody, které se při navrhování mohou vyskytnout.

V závěru práce je vyhodnocení obsahu bakalářské práce a případná doporučení.

2 Beton a výztuž

Výztuž se stala v dnešní době nedílnou součástí betonových prvků a konstrukcí, zlepšuje jeden ze zásadních nedostatků betonu, pevnost v tahu. Ta je totiž u prostého betonu oproti pevnosti v tlaku asi desetinová [1]. Namáhání tahem je však neopomenutelnou složkou problematiky navrhování stavebních prvků a konstrukcí. Je tedy zapotřebí beton v tomto nedostatku podpořit spolupůsobením s jiným materiálem, který je schopen tahové namáhání přenést.

Od prvního patentu na vyztužení velkých betonových zahradnických nádob, který získal francouzský zahradník Joseph Monier, uplynulo více jak 150 let [2]. Během této doby došlo k velkému pokroku. Vyztužování dostalo mnoho podob v závislosti na potřebách navrhovaného prvku či konstrukce. Zároveň byla v oblasti problematiky navrhování vyvinuta řada postupů a metod, které nyní umožňují spolehlivý návrh. Vyztužený beton se tak stává významným materiálem poskytujícím téměř neomezené možnosti při návrhu a výstavbě konstrukcí různých tvarů.

2.1 Typy výztuže

Vývoj ve stavitelství jde neustále dopředu, a to ve všech odvětvích, vyztužování betonových konstrukcí nevyjímaje. S tím souvisí i nárůst počtu variant vyztužovacích prvků a používaných materiálů. Návrh typu vyztužení betonu závisí na požadovaných vlastnostech a využití v betonovém prvku či konstrukci, dále také na způsobu a rychlosti výstavby.

Vyvstává tak zde nemálo možností, jak beton vyztužit. Rozdělit typy výztuže lze například podle použitého materiálu na kovové a nekovové. Dále se běžně používá pro výztuž základní rozdělení na výztuž betonářskou, předpínací, tuhé vložky, rozptýlenou výztuž a uhlíkové lamely. [1]

2.1.1 Kovové a nekovové prvky výztuže

Při navrhování výztuže do betonu je zásadní i výběr materiálu vyztužovacího prvku. Za tradiční materiál je považována ocel, ale existuje řada dalších materiálů, které svými vlastnostmi dokáží v určitých případech ocel ve vyztuženém betonu nahradit.

K těmto materiálům patří například sklo, uhlík, čedič a aramid, a to v podobě moderního kompozitního materiálu. Jedná se o nekovovou FRP (Fibre Reinforced Polymers) výztuž, kterou tvoří nosná vlákna z již zmíněných materiálů propojená polymerní maticí. [3] Sklo se dále používá také ve formě rozptýlených vláken, jedná se o sklovláknobeton.



Obr. 2.1 Průřez vybranými typy FRP výztuží [4]

2.1.2 Základní rozdělení

Betonářská výztuž

Betonářská výztuž je nejvíce používanou variantou výztuže do betonu, označuje se také jako měkká výztuž. Takto vyztužený beton se nazývá železobeton. [1]

O ocelové variantě pro vyztužení betonu pojednávají následující části práce – kapitola 3 a dále.

Předpínací výztuž

Výztuž předpjatého betonu je oproti volně kladené výztuži v obyčejném železobetonu předpjata. Lze ji předpínat předem nebo až dodatečně po tuhnutí a tvrdnutí betonu. [5]

Základním principem je vnesení předpětí do ohýbaného prvku, které vyvolá napětí v tlaku eliminující napětí v tahu od účinků zatížení.

Tato technologie si našla uplatnění především v mostním stavitelství, ale i v pozemním stavitelství u stropů větších rozpětí. Dále se používá u speciálních staveb v jaderné energetice a u dalších konstrukcí vyžadujících vyšší tuhost a menší průhyb v kombinaci s menšími rozměry oproti realizaci v podobě běžného železobetonu. [5]



Obr. 2.2 Vnější dodatečné předpínání v mostní konstrukci [6]

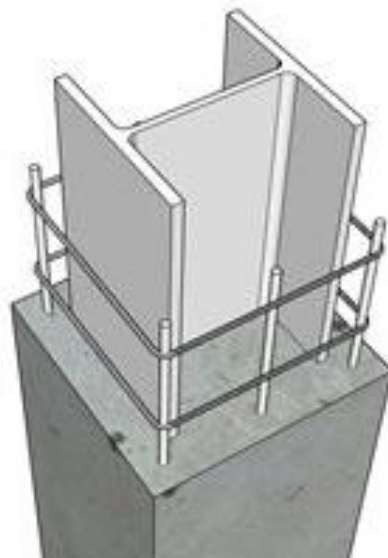


Obr. 2.3 Systém předpínání ve stropní konstrukci Národní technické knihovny [7]

Tuhé vložky

Vyztužování tuhými vložkami je založeno na principu spřažení ocelových profilů (válcovaných) s prostým betonem. Jedná se především o obetonování ocelových sloupů a o ocelobetonové nosníky. Pro zajištění spolupůsobení se využívá spřahovacích prostředků, nejpoužívanější jsou navařené trny. Beton v tomto případě přináší vyšší tuhost a požární odolnost. [8]

Konstrukční prvky s tuhou výztuží se označují jako spřažené ocelobetonové. Pro jejich navrhování platí zvláštní postupy a předpisy, například norma ČSN EN 1994-1-1 ed. 2.



Obr. 2.4 Příklad obetonovaného ocelového sloupu vyztuženého betonářskou výztuží [9]

Rozptýlená výztuž

Prostý beton je v případě aplikace rozptýlené výztuže doplněn o vlákna, která ztužují strukturu betonu a přispívají tak ke zlepšení některých jeho mechanických vlastností. Jedná se například o houževnatost betonu, omezení negativních účinků objemových změn – smršťování, zlepšení jeho schopnosti odolávat tahovým napětím a některé aplikace i zvyšují požární odolnost.

Vlákna mohou být nejen ocelová, kdy se pak jedná o drátkobeton, ale i například polymerová či skelná. Lze je dále rozlišit také dle délky a úpravy tvaru. Vždy je však nutno docílit rovnoměrného rozptýlení vláken v celém objemu betonu. Výsledkem je kompozitní materiál se značnou homogenitou a zaručenými vlastnostmi. [10]

Vláknobeton se uplatňuje při zhotovování průmyslových podlah, v konstrukcích s omezenou možností využít klasické betonářské výztuže kvůli jejím rozměrům a také například ve vodostavebních konstrukcích. Ve vztahu k výhodám vláknobetonu jej lze uplatnit i u pohledového betonu a betonu se zvýšeným požadavkem na kvalitu povrchu. [11]



Obr. 2.5 Ocelová vlákna firmy KrampeHarex® [12]



Obr. 2.6 Rozlomený trámek z vláknobetonu [13]

Uhlíkové lamely

Vyztužování uhlíkovými lamelami našlo své uplatnění při dodatečném zesilování konstrukcí. Lamely, případně tkaniny obecně, působí jako tahová výztuž externě lepená na danou zesilovanou konstrukci.

Skládají se z uhlíkových vláken spojených syntetickou pryskyřicí. Tímto složením je zajištěna dlouhodobá životnost a korozivzdornost. Ve směru vláken mají lamely vysokou pevnost v tahu. Hlavními výhodami jsou ale také nízká hmotnost, možnost libovolné délky a křížení lamel.

Konkrétně se tento typ vyztužování používá nejčastěji při sanacích, zejména při zesilování trámů a desek pro zvýšení ohybové únosnosti a omezení smykových trhlin. [14]



Obr. 2.7 Ztužení stropní desky v okolí dodatečně provedených otvorů [15]

3 Betonářská ocelová výztuž

Betonářskou výztuží označujeme ocelové pruty plného průřezu, které se vkládají do betonu. Dle současných předpisů se pro vyztužování železobetonových konstrukcí používají pruty z ocelí s mezí kluzu 400-600 MPa. Ocelové pruty zlepšují mechanické vlastnosti železobetonových konstrukcí, a to především odolnost konstrukce při tahovém namáhání.

3.1 Výztužné pruty

3.1.1 Soudržnost s betonem

Pro přenos namáhání tahem navrženou výztuží je nutné mezi ocelovými pruty a betonem zajistit dostatečné vzájemné spolupůsobení. Jedná se o mechanickou a chemickou soudržnost. Průřez jednotlivých prutů je opatřen žebírky nebo vtisky. V minulosti se pro nosnou výztuž železobetonových konstrukcí využívala i hladká výztuž s menší soudržností. Podle současné platné normy ČSN EN 1992-1-1 [16] není možné hladkou výztuž použít.

Dále je třeba dodržet minimální krytí výztuže betonem, dodržení mezer mezi pruty ale i správnou úpravu a ukončení prutů. Dodržení minimálního krytí zajišťuje také vyšší životnost konstrukce, protože je tak chráněna výztuž před korozí. Beton a ocel má přibližně stejný součinitel tepelné roztažnosti, při tepelných změnách tak nedochází k ovlivnění spolupůsobení.



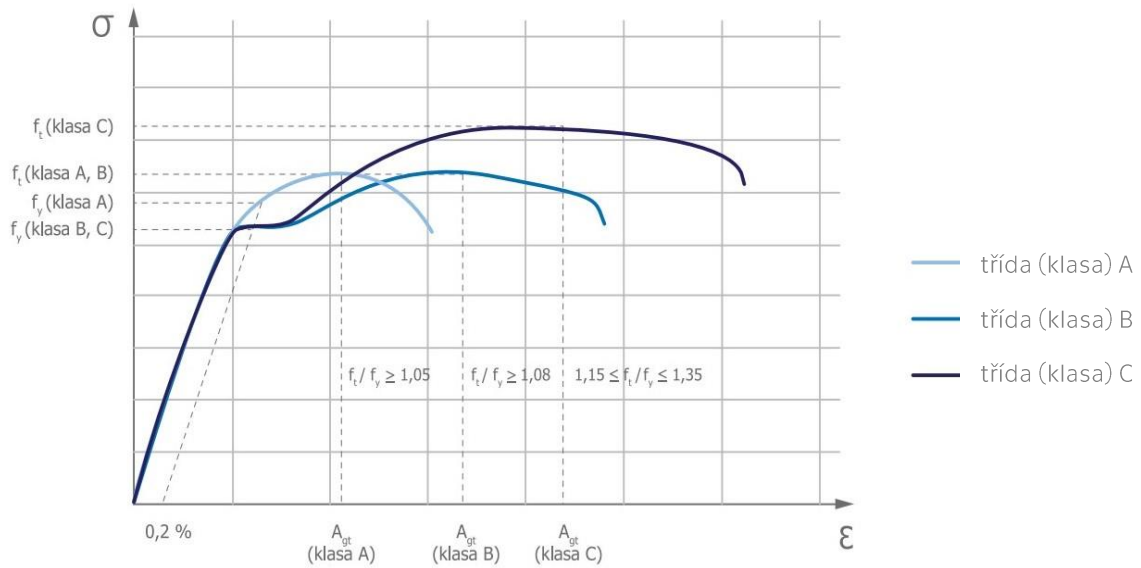
Obr. 3.1 Výztužné pruty opatřené žebírky [17]

3.1.2 Tažnost oceli

Tažnost je schopnost materiálu dosáhnout výrazné deformace při mírném zvýšení napětí po překročení meze kluzu. Betonářská ocel s vysokou tažností, která je vystavena namáhání vytvářející napětí vyšší, než je mez kluzu, vykazuje velmi vysokou schopnost pojmout energii při velkých plastických deformacích. Taková ocel je schopna přenášet zatížení mnohem déle než ocel s nízkou tažností, která se při namáhání mírně větším, než je mez kluzu, láme při malých prodlouženích. [18]

Na rozdíl od prutů z oceli s nízkou tažností jsou prvky vyztužené ocelí s vysokou tažností schopné větší deformace a před poškozením vyztužené prvky varují v podobě viditelných průhybů a trhlin. Varovné signály před kolapsem konstrukce jsou významné kvůli možnosti včasné reakce pro bezpečnost uživatelů. [18]

Tažnost je u betonářské oceli určena dvěma parametry. Prvním je poměr charakteristické pevnosti v tahu (f_{tk}) k charakteristické mezi kluzu (f_{yk}), který určuje rezervu pevnosti oceli po překročení meze kluzu. Druhým je prodloužení odpovídající nejvyššímu napětí, tj. charakteristická pevnost v tahu (ϵ_{uk} , A_{gt} v grafu závislosti napětí na deformacích) viz Obr. 3.2. [18]



Obr. 3.2 Graf závislosti napětí na deformacích pro armovací ocel různé tažnosti [19]

Podle tažnosti jsou oceli zařazeny dle normy ČSN EN 1992-1-1 do tří tříd duktility neboli tažnosti. Jedná se o třídy A, B a C. Třída A je ocel s normální tažností, B s vysokou tažností a C s velmi vysokou tažností. Základní vlastnosti jednotlivých tříd jsou uvedeny v následující tabulce.

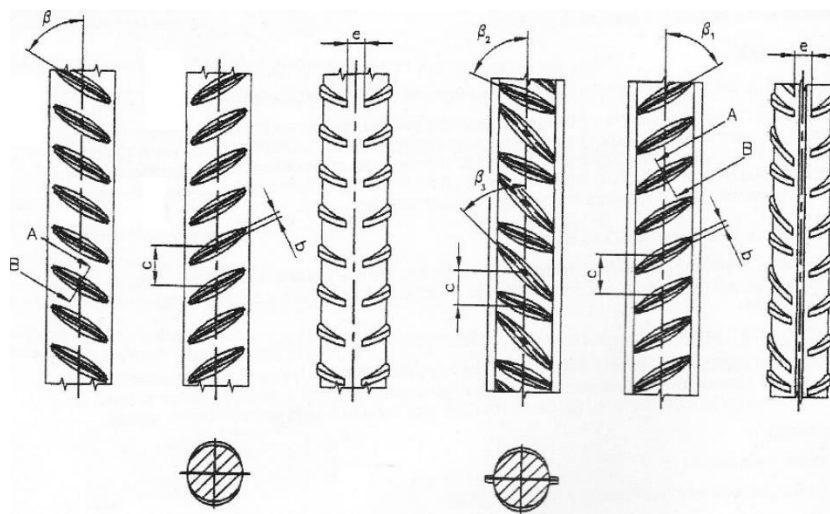
Tab. 3.1 Vlastnosti betonářské výztuže [16]

Třída tažnosti	A	B	C
Charakteristická mez kluzu f_{yk} nebo $f_{0,2k}$ [Mpa]	400 až 600		
Minimální hodnota $k = (f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	$\geq 1,08$	$\geq 1,15$ $< 1,35$
Charakteristická hodnota poměrného přetvoření při maximální síle ϵ_{uk} [%]	$\geq 2,5$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$

Od tříd tažnosti se odvíjí jejich použití a postupy při výpočtech pro spolehlivý návrh vyztužení. Například při návrhu železobetonových konstrukcí namáhaných dynamickým zatížením se používá třída B či C. [20]

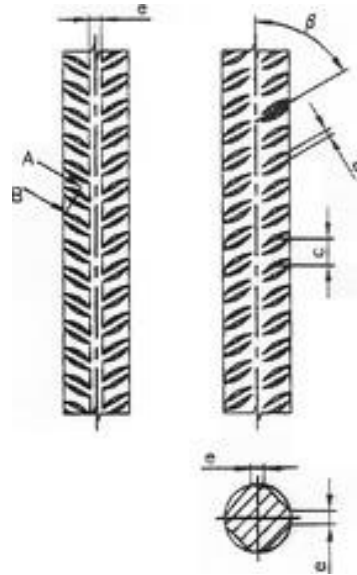
3.1.3 Výroba

Značná část ocelových prutů opatřená žebírky se vyrábí jedním z následujících postupů. Prvním je válcováním za tepla s následným řízeným ochlazováním. Na poslední válcovací stolici probíhá válcování žebírek, poté se tyč dostává do speciálního chladicího zařízení, kde dochází k zakalení povrchu tyče. Ocel tak získává houževnaté feriticko-perlitické jádro a má zakalenou martenzitickou povrchovou vrstvu. Tento typ je většinou opatřen dvěma řadami příčných žebírek a dodáván v podobě tyčí, nejčastěji s třídou tažnosti B nebo C. [21]



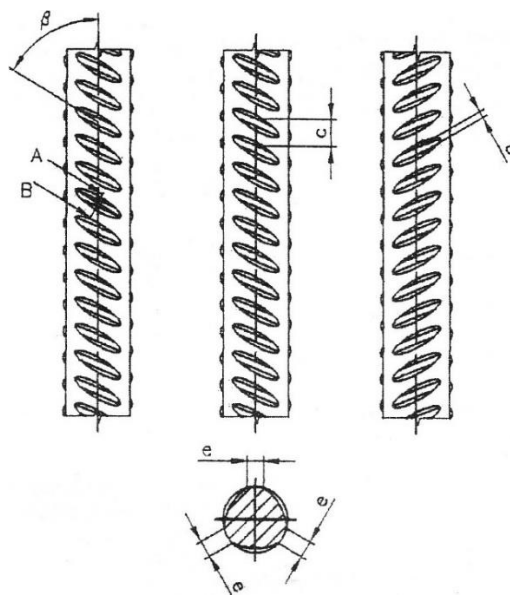
Obr. 3.3 Za tepla válcovaná ocel s dvěma řadami příčných žebírek [21]

Druhým postupem je válcování za tepla s následným natažením za studena. Ocel s žebírky se po válcování za tepla navine na svitek, ze kterého se po vychladnutí převine s natažením o přibližně 4-5 %. Tím se ocel zpevní, ale mírně ztratí plastičnost. Tato ocel má převážně čtyři řady příčných žebírek a je dodávána ve svitcích, nejčastěji s třídou tažnosti B nebo C. [21]



Obr. 3.4 Za tepla válcovaná ocel s následným natažením se čtyřmi řadami příčných žebírek [21]

Posledním, třetím postupem je válcování za studena. Hladká ocel ve svitku, která se válcuje za tepla, se za studena protáhne přes průvlak, což vede k redukci průřezu a vyválnění žebírek. Zároveň dojde ke zpevnění oceli se ztrátou plastičnosti. Ocel válcovaná za studena má zpravidla tři řady příčných žebírek a je dodávána ve svitcích, případně i v tyčích. Tento typ se často používá k výrobě svařovaných sítí a prostorových nosníků, zpravidla s třídou tažnosti A, případně B. [21]



Obr. 3.5 Za studena válcovaná ocel se třemi řadami příčných žebírek [21]

3.1.4 Svařování

Svařování je neodmyslitelnou součástí ocelové betonářské výztuže, ať už se jedná o jeho uplatnění přímo na stavbě či již ve výrobě. Vždy je potřeba rozlišit svarové spoje nosné a nenosné.

Svary často nahrazují vázané spoje u prefabrikace výztužných rohoží, jedná se tak o svary nenosné. Tyto spoje jsou určeny výhradně k přidržování prvků na místě během výroby, přepravy a betonáže. Přesto je třeba zajistit dostatečnou kvalitu svařování jednotlivých spojů. Jak již bylo zmíněno, ocel je při výrobě tepelně upravována se záměrem zisku specifických vlastností. Jelikož při svařování dochází k lokálnímu vnesení tepla, dochází tak při nesprávném provedení svaru k degradaci mechanických vlastností samotných ocelových prutů. [21]

Nosné svařované spoje musí zajistit přenos zatížení mezi výztužnými pruty v plné míře. Je tak třeba, aby spoj vyhověl požadavkům pevnosti a tažnosti dané oceli. Projeví se to nejen v kvalitě svařování jednotlivých spojů, jako u nenosných svarů, ale i v požadavcích na kvalitu přídavných svařovacích materiálů. [22]



Obr. 3.6 Detail spojovacího svaru výztužné sítě [23]

3.2 Typy v provádění vyztužování

Jak již bylo zmíněno, ocelová betonářská výztuž představuje nejčastěji používanou variantu ve vyztužování. To se odráží ve značném rozvoji možností, jakým způsobem ocelové pruty zpracovat před jejich přepravou z výroby na místo betonáže a také před přímým uložením do bednění. V dnešní době je možné si u výrobců objednat svařované výztužné sítě, svazky prutů, svitky ocelových prutů, ale i prostorové svařované prvky ve formě příhradovin či armokošů.

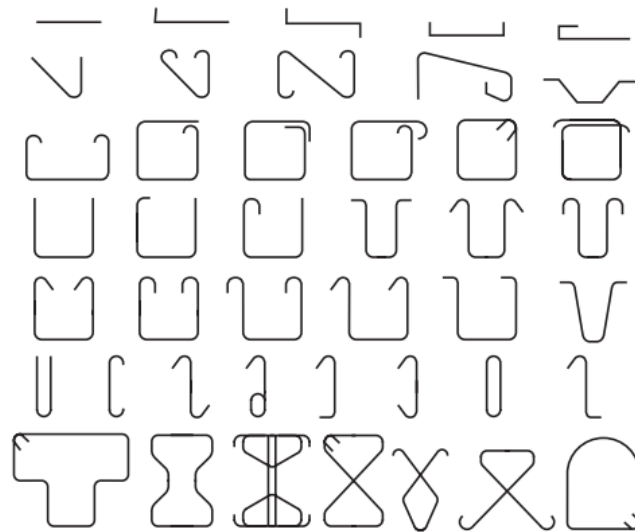
3.2.1 Vázaná výztuž

Vázaná výztuž je základní formou, se kterou je možné se setkat na stavbách běžných monolitických konstrukcí. Dovází se na stavbu z armovent, kde se jednotlivé pruty ohýbají a řezají do požadovaných tvarů, a to ve svazcích.



Obr. 3.7 Výztuž ve svazcích [24]

Tvar jednotlivých výztužných prutů je ovlivněn umístěním a statickým využitím v konstrukci, příkladem je zahnutí konců rovných prutů či třmínky. Při ohýbání prutů nesmí dojít ke ztrátám na pevnostních a deformačních vlastnostech oceli a je tedy nutné dodržet minimální poloměry ohýbání. Kromě přímých a ohýbaných prutů se vyvazují do armatury i smykové trny a vylamovací lišty.



Obr. 3.8 Příklad tvarů zoýbaných prutů nabízené armovnou [25]

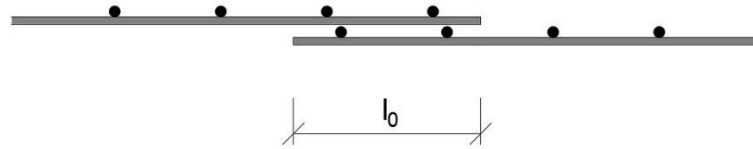
V případě sloupů se pruty často vyvazují do armokošů a ukládají do bednění předvázané, viz Obr. 3.15.

Hlavní výhodou dopravy výztuže ve svazcích je její skladnost a velmi dobrá manipulovatelnost na stavbě před vyvázáním do bednění.

3.2.2 Svařované sítě

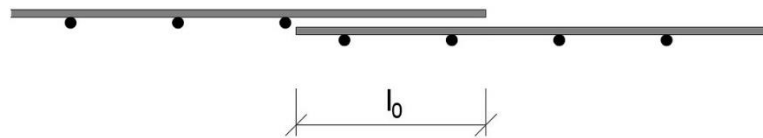
Svařované výztužné sítě se skládají z příčných a podélných prutů, které jsou vzájemně spojeny nosnými svary. Svařování je prováděno pomocí automatických strojů ve specializovaných výrobnách. Sítě se mohou lišit celkovými rozměry, roztečemi, délkou přesahů a zároveň i samotným počtem prutů a jejich průměrem. Výrobci nabízí nespočet typů sítí přizpůsobených pro různá využití a zároveň na objednávku i atypické sítě přímo dle výkresové dokumentace.

Nejběžnější standardní sítě s krátkými přesahy nabízené výrobcem se dělí na dva základní druhy, sítě nosné v jednom směru a ve dvou směrech. Sítě nosné v jednom směru se vyznačují rozdílnými roztečemi a průměry prutů v kolmých směrech, přičemž příčné pruty zde plní funkci rozdělovací výztuže. U obousměrně nosných sítí je plocha výztuže obvykle shodná v obou směrech. Při totožné orientaci sítí vůči povrchu umožňuje délka přesahů stykování pouze ve dvou rovinách, viz Obr. 3.9. [26]



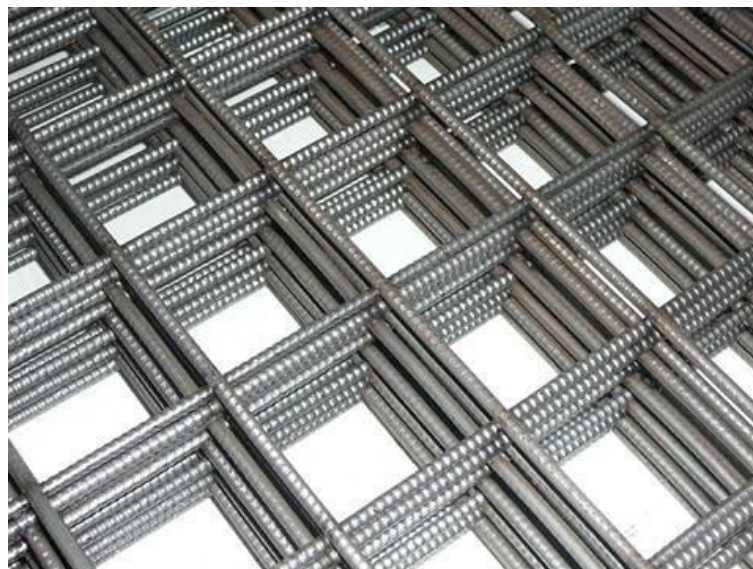
Obr. 3.9 Schéma stykování výztužných sítí s krátkými přesahy ve dvou rovinách

Je možné užívat i sítě s dlouhými přesahy, kde je při stejné orientaci sítí vůči povrchu možné stykování v jedné rovině, viz Obr. 3.10. Výhodou dlouhých přesahů je snadné kotvení v podporách, kde dochází k prostorovému křížení výztuže. [26]



Obr. 3.10 Schéma stykování výztužných sítí s dlouhými přesahy v jedné rovině

Základní sítě, ať už s krátkými nebo s dlouhými přesahy, se čtvercovými a obdélníkovými oky jsou nabízené ve standardních rozměrech výrobců.

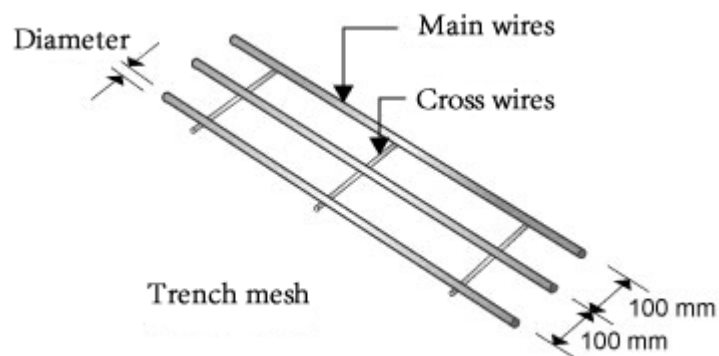


Obr. 3.11 Výztužná síť se čtvercovými oky [27]



Obr. 3.12 Výztužná síť s obdélníkovými oky [28]

Někteří výrobci nabízejí také speciální typy sítí, například příkopové sítě. Rozměry těchto sítí jsou přizpůsobené právě pro použití v příkopech, základových pasech a v jiných úzkých konstrukcích. Tvoří je hlavní podélné pruty (main wires) a příčné pruty (cross wires) - viz Obr. 3.13.



Obr. 3.13 Schéma příkopové sítě [29]

Standardní síť lze dle potřeb upravovat řezáním a ohýbáním. Ohýbáním sítí vznikají prostorové výztužné prvky, kterým se věnuje následující kapitola 3.2.3.

Základní výhodou užití svařovaných sítí je úspora času při práci na stavbě. Ruční vyvazování jednotlivých prutů je nahrazeno průmyslovým svařováním. Kratší ukládání výztuže na stavbě se hojně využívá například u vylehčených desek náročných z hlediska pracnosti provádění.



Obr. 3.14 Vylehčená stropní deska - U-Boot system firmy Daliform [30]

3.2.3 Prostorová výztuž

Pojem prostorová výztuž zahrnuje především svařované pruty tvořící kostru nejčastěji předpřipravenou z výroby, tzn. z armovny. Může se jednat například o svařované pruty tvořící armokoše, ohýbané sítě a prostorovou výztuž v podobě příhradovin.

Armokoše, nejsou-li příliš složité nebo objemné, se svařují ve výrobě a dovážejí se na stavbu vcelku. Výrobci nabízejí armování věnců, průvlaků, patek pod sloupy, sloupů, pilot a dalších konstrukčních prvků. Armokoše do průvlaků, sloupů a podobných prvků se skládají z rovných prutů a třmínků, které mohou být běžné nebo tzv. kontinuální a spirálové.

Kontinuální a spirálové třmínky se vyrábějí z jednoho prutu, který je naohýbán do požadovaného tvaru. Nahrazují větší množství samostatných třmínků. Převáží se v nerozvinutém svazku, který se po rozvinutí roztáhne na požadované rozteče. Lze se setkat i s netradičními složenými tvary, viz Obr. 3.17.



Obr. 3.15 Svařované armokoše se spirálovými třmínky

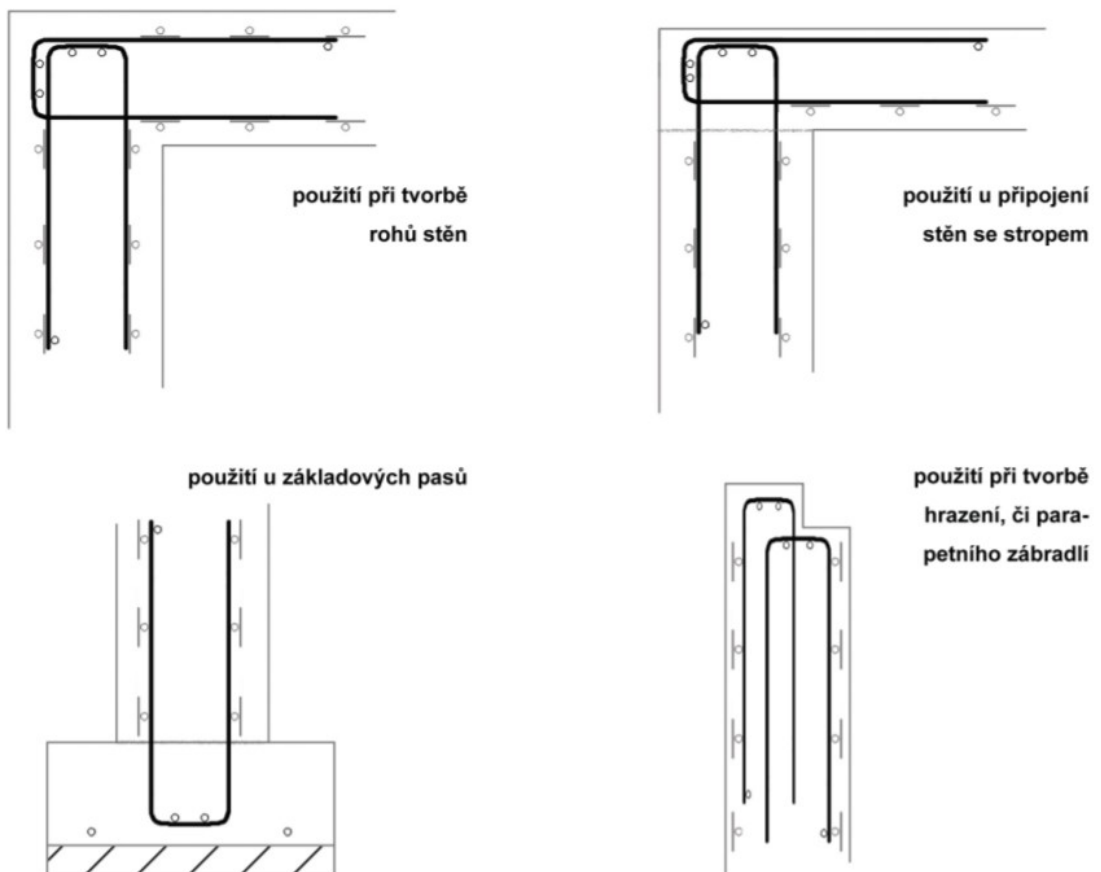


Obr. 3.16 Armování průvlaku s kontinuálními třmínky [31]



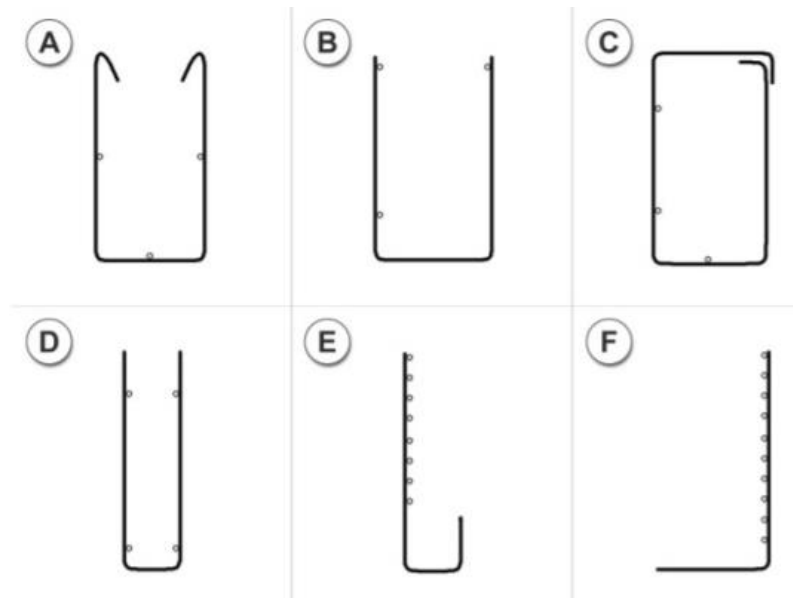
Obr. 3.17 Složený tvar kontinuálního třmínku [32]

Ohýbáním svařovaných sítí lze získat prostorové výztužné prvky. Vyznačují se specifickými roztečemi mezi jednotlivými pruty a prostorové uspořádání dle charakteru využití. Vyrábí se tak v zásadě na objednávku dle výkresové dokumentace. Jednou z možností jsou sítě pro křížení plošných prvků, které tvoří armatury okrajů stěn a desek. [26]



Obr. 3.18 Příklady sítí pro křížení plošných prvků nabízených výrobcem [33]

Dále je možné se setkat s konstrukcemi třmínkových košů. Příčné pruty zajišťují často pouze prostorovou tuhost koše nebo kotevní funkci třmínků. [26] Výrobci nabízí například otevřené třmínkové koše (viz Obr. 3.19 - A, B), uzavřené třmenové koše (C), lemování okrajů a připojovací výztuž (D, E, F).

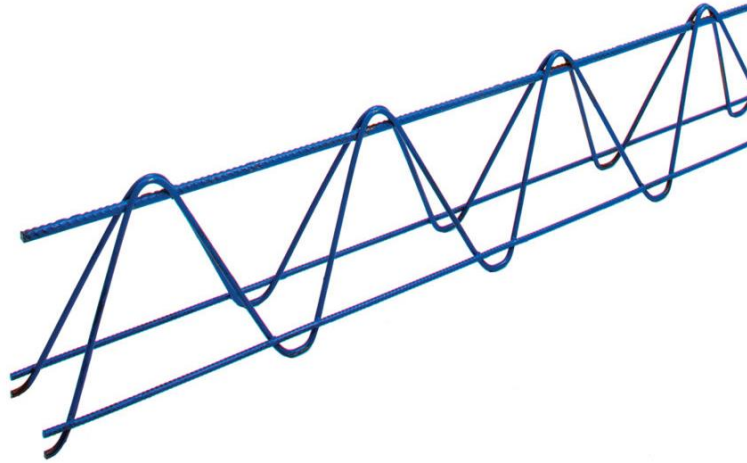


Obr. 3.19 Příklady ohýbaných sítí nabízených výrobcem [33]

Výztužné příhradové nosníky, které jsou u některých výrobců (např. FERT a.s.) označeny jako prostorová výztuž typu E, jsou další produkt, který lze zařadit do této kategorie. Jsou svařované ze dvou dolních pásnic, jedné horní pásnice a výpletu mezi nimi – diagonály, čímž tvoří prostorový prvek. Nabízí se ve dvou variantách – bez přesahů a s přesahy. Používá se do stropů, stropních trámů, „filigránových“ stěn a desek pro spřažené prefamonolitické konstrukce, viz Obr. 3.22.



Obr. 3.20 Prostorová výztuž typu E bez přesahů od výrobce FERT [34]



Obr. 3.21 Prostorová výztuž typu E s přesahy od výrobce FERT [35]



Obr. 3.22 Prefabrikovaný panel s výztužnými příhradovými nosíky [36]

Prostorová výztuž je svým tvarem náročnější na skladnost a dobrou manipulovatelnost zejména při převozu z výroby na stavbu. Jejich přímou výhodou oproti předchozí variantě je ale pro změnu usnadnění práce a časové náročnosti při vázání a ukládání výztuže na stavbě.

3.2.4 Doplnky pro vyztužování

K vyztužování patří kromě běžné nosné a konstrukční výztuže také řada dalších prvků. Jedním z nich jsou distanční prvky, které mohou být z různých materiálů – plastové, kovové a betonové. Distanční prvky slouží ke správnému uložení výztuže v bedně před zalitím do betonu.

Distanční lišty a kroužky a betonové distančníky zajišťují požadovanou hodnotu tloušťky krycí vrstvy.



Obr. 3.23 Plastová distanční lišta [37]



Obr. 3.24 Betonový distančník [38]

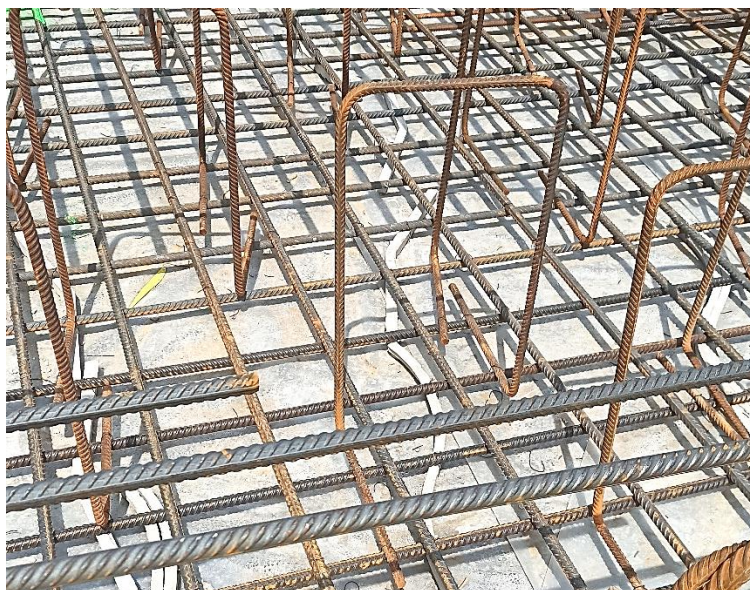


Obr. 3.25 Plastový distanční kroužek [39]

Distanční podložky pro horní výztuž slouží k dodržení správných vzdáleností mezi dolní a horní vrstvou výztuže u betonových desek. Mohou mít tvar hadů, kozlíků a stoliček.



Obr. 3.26 Distanční prvky z prostorově svařovaných žebříků, tzv. hadi



Obr. 3.27 Distanční podložky v základové desce - kozlíky



Obr. 3.28 Distanční podložka ve stropní desce - kozlík

Výztužné pruty se stykují přesahem, svařovaným přesahem nebo mechanickými spojkami. Mechanické spojky mohou být například objímkové nebo závitové. U závitových spojek je nutná správná koncová úprava spojovaných prutů, tzn. opatření závitem.

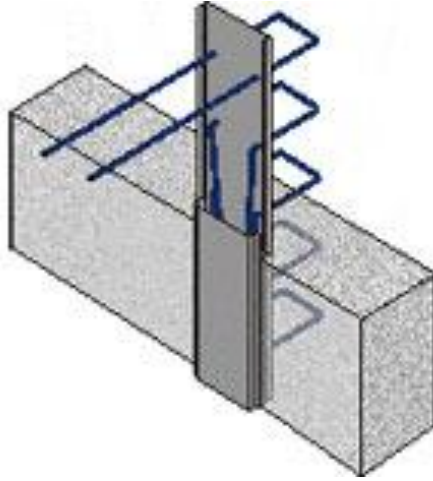


Obr. 3.29 Objímková mechanická spojka firmy Halfen [40]



Obr. 3.30 Šroubové mechanické spojky firmy Halfen [41]

Při stykování výztuže se lze setkat i s dalšími specifickými doplňky. Patří mezi ně například vylamovací lišty. Slouží k napojování výztuže mezi konstrukcemi, které se nebetonují současně.



Obr. 3.31 Znázornění umístění vylamovací lišty [42]



Obr. 3.32 Nevylámané vylamovací lišty pro rampu ve vybetonované stěně

V neposlední řadě je potřeba se zmínit i o prvcích, které doplňují běžnou výztuž proti protlačení lokálně podepřených desek. Lze se setkat s více typy. Jsou to například smykové trny a lišty z betonářské výztuže i ve formě příhradovin, nebo třmínkové koše u hlavic sloupů.



Obr. 3.33 Umístění smykových trnů u armování lokálně podepřené stropní desky v místě sloupu



Obr. 3.34 Smyková výztuž proti protlačení – příhradové lišty [43]



Obr. 3.35 Výztuž proti protlačení - třmínkové koše v hlavici sloupu

3.3 Porovnání typů

Výběr z veškerých zde zmíněných možností vyztužení vždy závisí na prioritách nejen při návrhu, ale i při realizaci. Velmi častou komplikací bývá zvolit variantu vhodnou z obou hledisek. Samozřejmě je potřeba zvážit výhody a nevýhody jednotlivých možností. Vhodnou kombinací zmíněných typů je možné dosáhnout příznivých podmínek jak pro rychlost, tak nenáročnost provedení a zároveň i snížení nákladů na výrobu armatury a její dopravy.

Hlavní výhodou vázané výztuže je skladnost při přepravě na stavbu, se svazky prutů pro vázanou výztuž se i dobře manipuluje. Svařované sítě a prostorové prvky zpravidla zabírají při přepravě z výroby na stavbu více místa a jsou tak při přepravě nákladnější i z ekonomického hlediska.

Nevýhodou vázané výztuže je časová náročnost při ukládání výztuže do bednění. U svařovaných sítí a prostorových prvků se časová náročnost při ukládání do bednění přesouvá do výrobní fáze a tím pádem je na stavbě výrazně menší. Jednou dalších z výhod svařovaných sítí a prostorových prvků oproti vázané výztuži je snazší kontrola správného umístění prvků v bednění.

Pro snížení celkové časové náročnosti, která začíná objednááním výztuže u výrobce a končí uložením výztuže do bednění, je potřeba optimalizovat celý proces, aby nedocházelo ke zbytečným prostojům. Nelze tedy jednoznačně usoudit, která varianta je ve výsledku časově náročnější. Ale v případě ušetření času při výrobě to může být vázaná výztuž, kdežto pro uspoření času při samotné ukládce armatury jsou výhodnější svařované sítě a prostorové prvky.

4 Navrhování

Pro porovnání způsobů vyztužování byla vybrána část konstrukce objektu Elektrobudovy – část bloku K7 elektrárny v Kladně. Tato budova je specifická vyšším užitným zatížením, které má hodnoty od 2 do 33 kN/m². Konstrukční návrh objektu byl zpracován v rámci diplomové práce Elektrobudova [44] a dílčí podklady byly převzaty do této bakalářské práce.

Objekt Elektrobudovy má jedno podzemní a 4 nadzemní podlaží, konstrukci tvoří železobetonový skelet. Stropní konstrukce jsou navrženy z křížem pnutých monolitických desek podepřených trámy. Z diplomové práce byly pro vypracování této bakalářské práce využity statické výpočty, výkresy tvaru a výkresy výztuže.

V této práci jsou nejprve uvedeny potřebné informace o navrhovaných prvcích s uvedením základních postupů při navrhování výztuže. Dále je zpracován návrh výztuže části desky a průvlaku v 2.NP. Jedná se o dvě varianty návrhu pro každý z prvků, kdy je v první variantě návrhu využita pouze vázaná výztuž. V druhé jsou využity svařované sítě nebo prostorové prvky, které jsou v případě nutnosti doplněné o vázanou výztuž. Veškeré výkresy jsou v příloze.

V diplomové práci Elektrobudova [44] jsou zpracovány výpočty do podrobnosti, která je potřebná pro návrh výztuže konstrukčních prvků 2.NP. Z těchto statických výpočtů byly převzaty výstupy ze statického softwaru Scia Engineer – návrhové hodnoty ohybových momentů desky, posouvajících sil a ohybových momentů průvlaku. Dále jsou převzaty především ohybové únosnosti desek při použití různých ploch výztuže, ohybové a smykové únosnosti při použití daných ploch výztuže pro trám s dodržáním konstrukčních zásad vyztužení. Výkresy výztuže desky a trámu jsou v diplomové práci navrženy z vázané výztuže. Pro účely vlastní práce byly podkladem, ale byly přepracované i s vlastními výpočty kotevních, stykovacích délek a dalších parametrů.

4.1 Základní parametry vybraných prvků

Použité materiály: (převzato z [44])

Beton C25/30 - XC1	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$	$f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}$
	$\gamma_c = 1,5$ (návrhová situace – trvalá)	
	$f_{cm} = 33 \text{ MPa}$	$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$
	$f_{ctk0,05} = 1,8 \text{ MPa}$	
Ocel B500B	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$	$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$
	$\gamma_s = 1,15$ (návrhová situace – trvalá)	

Krytí výztuže – deska: 25 mm; trámy: 35 mm (převzato z [44])

4.2 Navrhování výztuže pro mezní stav únosnosti

Železobetonové prvky se navrhují podle mezních stavů. Je to mezní stav únosnosti (MSÚ) a mezní stav použitelnosti (MSP). Výztuž betonových prvků se obvykle navrhuje na MSÚ a posuzuje se na MSP. Posouzení prvků dle MSP je zpracované v diplomové práci [44]. Pro účely návrhu výztuže v této práci byly převzaty navržené hodnoty ploch nutné výztuže s předpokladem, že posouzení MSP je platné.

Návrh plochy výztuže je pro svařované sítě a prostorové prvky totožný s návrhem pro vázanou výztuž.

4.2.1 Návrh výztuže desky

Při návrhu potřebné plochy výztuže desky platí vztah:

$$a_{s,prov} \geq a_{s,req} = \frac{m_{Ed}}{z \cdot f_{yd}}$$

kde je	$a_{s,prov}$	navržená plocha výztuže
	$a_{s,req}$	potřebná plocha výztuže
	m_{Ed}	ohybový moment od účinků zatížení
	z	velikost ramene vnitřních sil
	f_{yd}	návrhová hodnota meze kluzu oceli

Zároveň je potřeba splnit následující konstrukční zásady:

$$a_{s,prov} \geq a_{s,min} = \max \left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot bd; 0,001 \cdot bd \right)$$

$$a_{s,prov} \leq a_{s,max} = 0,04 \cdot bh^1$$

$$s \leq \min (2h; 250 \text{ mm})$$

$$s_l \geq \max (20 \text{ mm}; 1,2\phi_s; D_{max} + 5 \text{ mm})$$

kde je	$a_{s,min}$	minimální plocha výztuže
	$a_{s,max}$	maximální plocha výztuže
	s	osová vzdálenost mezi jednotlivými pruty
	s_l	světlá vzdálenost mezi jednotlivými pruty
	f_{ctm}	střední hodnota takové pevnosti betonu
	f_{yk}	charakteristická hodnota meze kluzu oceli
	b	výpočtová šířka desky (1 m)
	d	staticky účinná výška průřezu
	h	tloušťka desky
	ϕ_s	průměr navržené výztuže
	D_{max}	velikost největšího zrna kameniva v betonu

Pro posouzení návrhu se ověřuje, že:

$$m_{Rd} \geq m_{Ed}$$

kde m_{Rd} je moment únosnosti průřezu; $m_{Rd} = a_{s,prov} \cdot z \cdot f_{yd}$

za předpokladu, že: $\varepsilon_s \geq \varepsilon_{yd}$

kde je ε_s poměrné přetvoření výztuže
 ε_{yd} přetvoření oceli na mezi kluzu

je hodnota $\xi_{max} = 0,617$

$$\xi = \frac{x}{d} \leq \xi_{max} = 0,45 \quad (\text{doporučeno})$$

kde je ξ poměrná výška tlačené oblasti
 x výška tlačené oblasti
 ξ_{max} maximální poměrná výška tlačené oblasti

¹ pro ohýbané prvky obvykle není rozhodující, kritériem je především omezení poměrné výšky tlačené oblasti x – viz str. 39

Návrh konstrukční – rozdělovací výztuže desky:

$$a_s \geq 0,25 \cdot a_{s,prov}$$

$$s \leq \min(3h; 400 \text{ mm})$$

4.2.2 Návrh výztuže průvlaku

Návrh požadované plochy ohybové výztuže lze určit dle:

$$A_{s,prov} \geq A_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$$

kde je	$A_{s,prov}$	navržená plocha výztuže
	$A_{s,req}$	potřebná plocha výztuže
	M_{Ed}	ohybový moment od účinků zatížení
	ζ	hodnota poměrného ramene vnitřních sil
	d	staticky účinná výška průřezu

Konstrukční zásady a posouzení ohybové výztuže jsou shodné s postupy pro výztuž desky. Je ale potřeba při výpočtech správně určit šířku b . Pro průřez nad podporou se počítá s šířkou tlačené oblasti tzn. se šířkou trámu, kdežto u průřezu v poli se vzhledem ke spolupůsobení trámu s deskou používá efektivní šířka b_{eff} .

Potřebná plocha smykové výztuže trámu – třmínků se určí dle:

$$A_{sw} = n \cdot \frac{\pi \cdot \varnothing_t^2}{4}$$

kde je	A_{sw}	navržená plocha třmínků
	n	střížnost třmínku
	\varnothing_t	průměr prutu třmínku

$$s_1 \leq \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{V_{Ed,1}} \cdot z \cdot \cot \theta$$

kde je	s_1	potřebná osová vzdálenost třmínků
	$V_{Ed,1}$	posouvající síla od návrhového účinků zatížení
	z	rameno vnitřních sil v průřezu
	θ	úhel sklonu smykových trhlin

Konstrukční zásady a posouzení smykové výztuže:

$$s \leq \min(0,75 \cdot d; 400 \text{ mm})$$

$$V_{Rd,s1} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{s_1} \cdot z \cdot \cot \theta \geq V_{Ed,1}$$

kde je $V_{Rd,s1}$ únosnost navržených třmínků

Kontrola stupně vyztužení třmínky:

$$\rho_{sw} = \frac{A_{sw}}{b \cdot s_1}$$

$$\frac{0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} \leq \rho_{sw} \leq \frac{0,5 \cdot v \cdot f_{cd}}{f_{ywd}}$$

kde je f_{ck} charakteristická pevnost betonu v tlaku

v redukční součinitel

f_{cd} návrhová pevnost betonu v tlaku

f_{ywd} návrhová hodnota meze kluzu třmínku

Kontrola osově vzdálenosti jednotlivých větví třmínků:

$$s_t \leq \min(0,75 \cdot d; 600 \text{ mm})$$



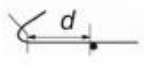

Pro návrh konstrukčních třmínků musí platit:

$$s_{kon} \leq \min(0,75 \cdot d; 400 \text{ mm})$$

4.3 Konstrukční uspořádání výztuže

Vnitřní průměry zakřivení při ohýbání prutů a svařovaných sítí:

Tab. 4.1 Minimální vnitřní průměry zakřivení [16]

Průměr prutu	Min. vnitřní průměr pro ohyby, háky a smyčky (pruty)
≤ 16 mm	4∅
> 16 mm	7∅
Min. vnitřní průměr zakřivení pro svař. výztuž a výztuž ohýbanou po svařování	
 nebo 	 nebo 
5 ∅	d ≥ 3∅: 5∅ d < 3∅ nebo svary v oblasti zakřivení: 20∅

Kotvení a stykování vázané výztuže:

Mezní napětí v soudržnosti:

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$$f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 1,8}{1,5} = 1,2 \text{ MPa}$$

$$\eta_1 = 1 \quad (\text{dobré podmínky soudržnosti}); \quad \eta_2 = 0,7 \quad (\text{ostatní podmínky}^2)$$

$$\eta_2 = 1 \quad (\varnothing \leq 32 \text{ mm})$$

$$\text{Dobré podmínky: } f_{bd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,7 \text{ MPa}$$

$$\text{Ostatní podmínky: } f_{bd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,2 = 1,89 \text{ MPa}$$

Základní kotevní délka:

$$l_{b,rqd} = \varnothing \cdot \frac{f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}}$$

$$\text{Dobré podmínky: } l_{b,rqd} = \varnothing \cdot \frac{434,8}{4 \cdot 2,7} = 40,3 \cdot \varnothing$$

$$\text{Ostatní podmínky: } l_{b,rqd} = \varnothing \cdot \frac{434,8}{4 \cdot 1,89} = 57,5 \cdot \varnothing$$

Návrhová kotevní délka:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$

$$\alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1$$

$$\alpha_1 = 1 \quad (\text{pro přímý prut}); \quad \alpha_1 = 0,7 \quad (\text{pro prut s koncovou úpravou}^3)$$

a) přímý prut:

$$\text{Dobré podmínky: } l_{bd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 40,3 \cdot \varnothing = 40,3 \cdot \varnothing$$

$$\text{Ostatní podmínky: } l_{bd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 57,5 \cdot \varnothing = 57,5 \cdot \varnothing$$

b) prut s koncovou úpravou:

$$\text{Dobré podmínky: } l_{bd} = 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 40,3 \cdot \varnothing = 28,2 \cdot \varnothing$$

$$\text{Ostatní podmínky: } l_{bd} = 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 57,5 \cdot \varnothing = 40,3 \cdot \varnothing$$

Tab. 4.2 Návrhové kotevní délky [mm] při plném využití výztuže⁴

podmínky	\varnothing	8	10	12	14	16	20	22
dobré	a	323	403	484	565	645	806	887
	b	226	282	339	395	452	564	621
ostatní	a	460	575	690	805	920	1150	1265
	b	323	403	484	565	645	806	887

$$l_{bd} \geq \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10 \cdot \varnothing; 100 \text{ mm})$$

² pro horní výztuž trámu³ tzn. ohyb, hák, smyčka, přivařený prut; při splnění dalších kritérií dle normy [16]⁴ v MSÚ: $\sigma_s = f_{yd}$

Pro $\emptyset 8\text{mm}$ přímý prut: $l_{bd} \geq \max(96,9; 80; 100 \text{ mm})$ vyhovuje

Stykování výztuže:

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd}$$

$$\alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_5 = 1$$

$$\alpha_6 = 1,5 \quad (\text{stykování} > 50 \%)$$

$$\alpha_1 = 1 \quad (\text{pro přímý prut}); \alpha_1 = 0,7 \quad (\text{pro prut s koncovou úpravou})$$

a) přímý prut:

$$\text{Dobré podmínky: } l_0 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 40,3 \cdot \emptyset = 60,5 \cdot \emptyset$$

$$\text{Ostatní podmínky: } l_0 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 57,5 \cdot \emptyset = 86,3 \cdot \emptyset$$

b) pro prut s koncovou úpravou:

$$\text{Dobré podmínky: } l_0 = 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 28,2 \cdot \emptyset = 42,3 \cdot \emptyset$$

$$\text{Ostatní podmínky: } l_0 = 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 40,3 \cdot \emptyset = 60,5 \cdot \emptyset$$

Tab. 4.3 Přesahové délky

podmínky	\emptyset	8	10	12	14	16	20	22
dobré	a	484	605	726	847	968	1210	1331
	b	339	423	508	593	677	846	931
ostatní	a	691	863	1036	1209	1381	1726	1899
	b	484	605	726	847	968	1210	1331

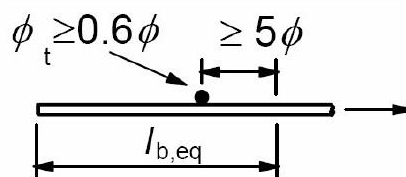
$$l_0 \geq \max(0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd}; 15 \cdot \emptyset; 200 \text{ mm})$$

Pro $\emptyset 8\text{mm}$ přímý prut: $l_0 \geq \max(145; 120; 200 \text{ mm})$ vyhovuje

Kotvení a stykování svařovaných sítí:

Pro kotvení a stykování svařovaných sítí platí obdobná pravidla jako u vázané výztuže. Je zde však potřeba dodržet několik následujících výjimek:

- pro svařované sítě se zdvojenými pruty se za průměr \emptyset dosazuje do vztahu pro základní kotevní délku náhradní průměr $\emptyset_n = \emptyset \cdot \sqrt{2}$ [16]
- návrhovou kotevní délku lze ovlivnit použitím přivařeného prutu, který se u svařovaných sítí nachází, je potřeba prokázat odpovídající kvalitu svařovaných spojů a musí být splněny podmínky z Obr. 4.1, počítá se tak se zjednodušenou ekvivalentní kotevní délkou $l_{b,eq}$ [16]



Obr. 4.1 Schéma pro ekvivalentní kotevní délku pro příčně přivařený prut [16]

$$l_{b,eq} = \alpha_4 \cdot l_{b,rqd} = 0,7 \cdot 40,3 \cdot \phi = 28,2 \cdot \phi ; \quad \alpha_4 = 0,7$$

Dobré podmínky: $l_{b,eq} = \alpha_4 \cdot l_{b,rqd} = 0,7 \cdot 40,3 \cdot \phi = 28,2 \cdot \phi$

Ostatní podmínky: $l_{b,eq} = \alpha_4 \cdot l_{b,rqd} = 0,7 \cdot 57,5 \cdot \phi = 40,3 \cdot \phi$

Tab. 4.4 Návrhové kotevní délky při použití příčně přivařeného prutu

podmínky	ϕ [mm]	6	8	10	12
dobré	$l_{b,eq}$ [mm]	169	226	282	339
ostatní	$l_{b,eq}$ [mm]	242	323	403	484

- při přesahování svařovaných sítí ve dvou rovinách je potřeba dodržet umístění přesahů v oblastech, kde výpočtové napětí ve výztuži v mezním stavu únosnosti nepřesahuje 80 % návrhové pevnosti výztuže [16]
- u svařovaných sítí stykovaných ve dvou rovinách dále platí pro přípustný podíl hlavní výztuže závislost na specifické průřezové ploše svařované sítě $(A_s/s)_{prov}$, aby mohla být stykována přesahem v libovolném průřezu:

$$100 \% \text{ pokud } (A_s/s)_{prov} \leq 1200 \text{ mm}^2/\text{m}$$

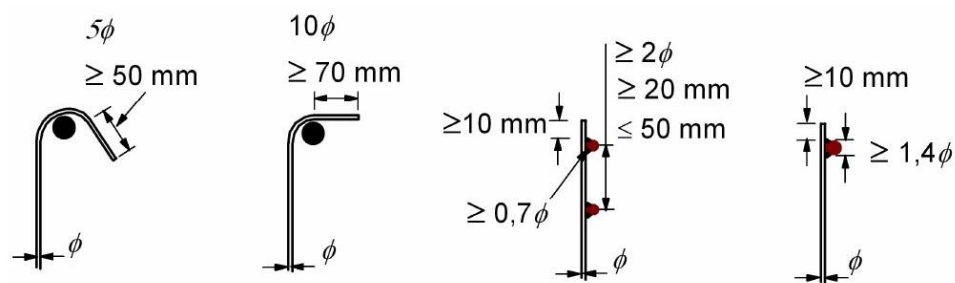
$$60 \% \text{ pokud } (A_s/s)_{prov} > 1200 \text{ mm}^2/\text{m} \quad [16]$$
- minimální hodnoty délek stykování přesahem vedlejší (rozdělovací) výztuže jsou uvedeny v následující tabulce:

Tab. 4.5 Požadované délky přesahu vedlejších drátů svařovaných sítí [16]

Průměr vedlejších drátů	Přesahové délky
$\phi \leq 6 \text{ mm}$	$\geq 150 \text{ mm}$; min rozteč 1 drátu v přesahové délce
$6 \text{ mm} < \phi \leq 8,5 \text{ mm}$	$\geq 250 \text{ mm}$; min 2 rozteče drátu v přesahové délce
$8,5 \text{ mm} < \phi \leq 12 \text{ mm}$	$\geq 350 \text{ mm}$; min 1 rozteče drátu v přesahové délce

Kotvení třmínek a smykové výztuže:

Kotvení třmínek a smykové výztuže má dle normy ČSN EN 1992-1-1 odpovídat Obr. 4.2.



Obr. 4.2 Schéma kotvení třmínek a smykové výztuže [16]

4.4 Deska

Návrh výztuže desky v 2.NP je pro účely porovnání typů výztuže zpracován jen na části desky. Tato část desky má navrženou tloušťku 220 mm a je snižena oproti další části o 1,4 m. Jednotlivá pole této části desky mají rozpětí od 7,3 m do 4,8 m.

Z diplomové práce [44] jsou převzaty výstupy ze statického programu Scia Engineer, jsou to průběhy ohybových momentů desky. Dále jsou převzaty vypočítané plochy výztuže s ohybovou únosností ze statického výpočtu danou tloušťku snižené části desky.

Zatížení:

Snížená část stropní desky je zatížena velkým užitným zatížením od technologie o hodnotě 15 kN/m². Stálé zatížení od skladby podlahy s náhradním rovnoměrným plošným zatížením od příček je 3,4 kN/m². [44]

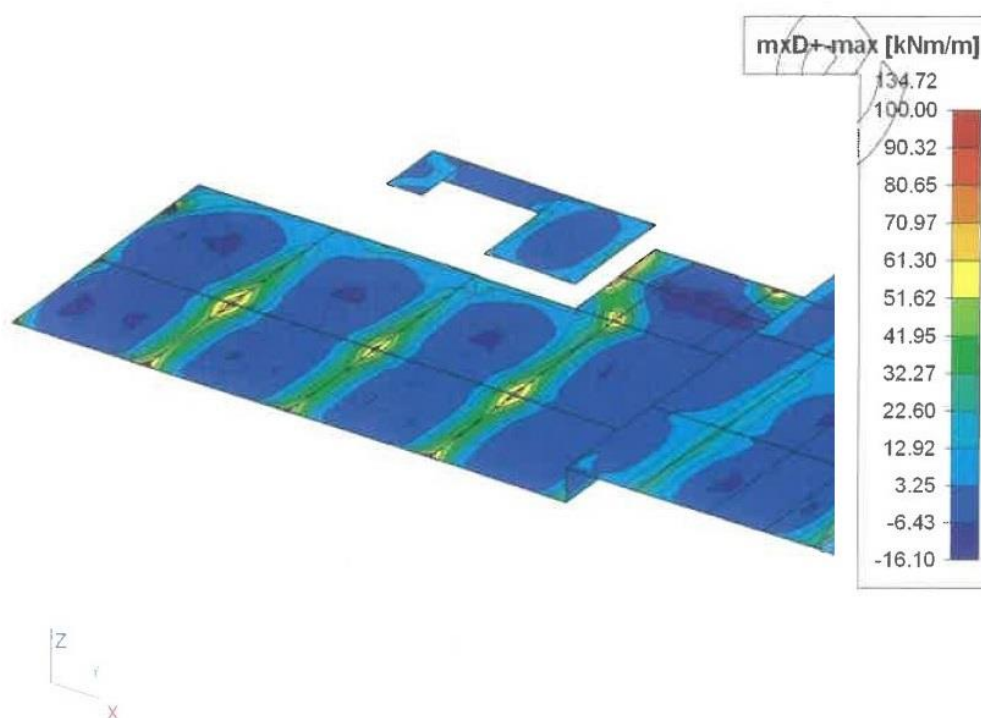
Stropní deska je tak zatížena plošným zatížením:

charakteristická hodnota: $f_k = 0,22 \cdot 25 + 3,4 + 15 = 23,9 \text{ kN/m}^2$

návrhová hodnota: $f_d = 0,22 \cdot 25 \cdot 1,35 + 3,4 \cdot 1,35 + 15 \cdot 1,5 = 34,5 \text{ kN/m}^2$

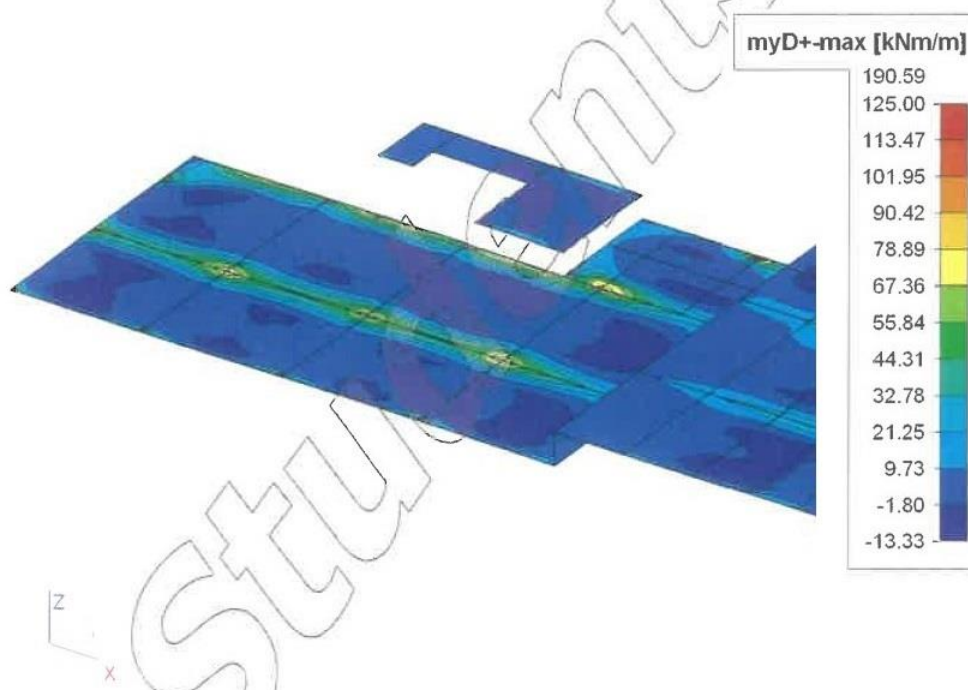
Výstup ze statického softwaru Scia Engineer:

3. Ohybový moment horní - návrhová hodnota



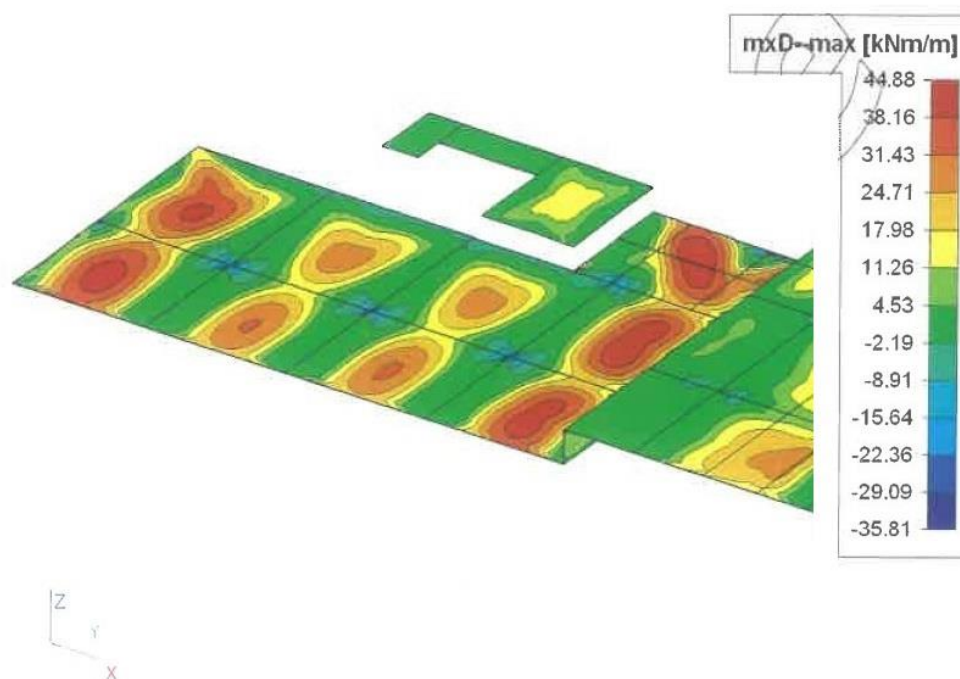
Obr. 4.3 Průběh návrhové hodnoty horního ohyb. momentu ve směru osy x - převzato z [44]

4. Ohybový moment horní - návrhová hodnota



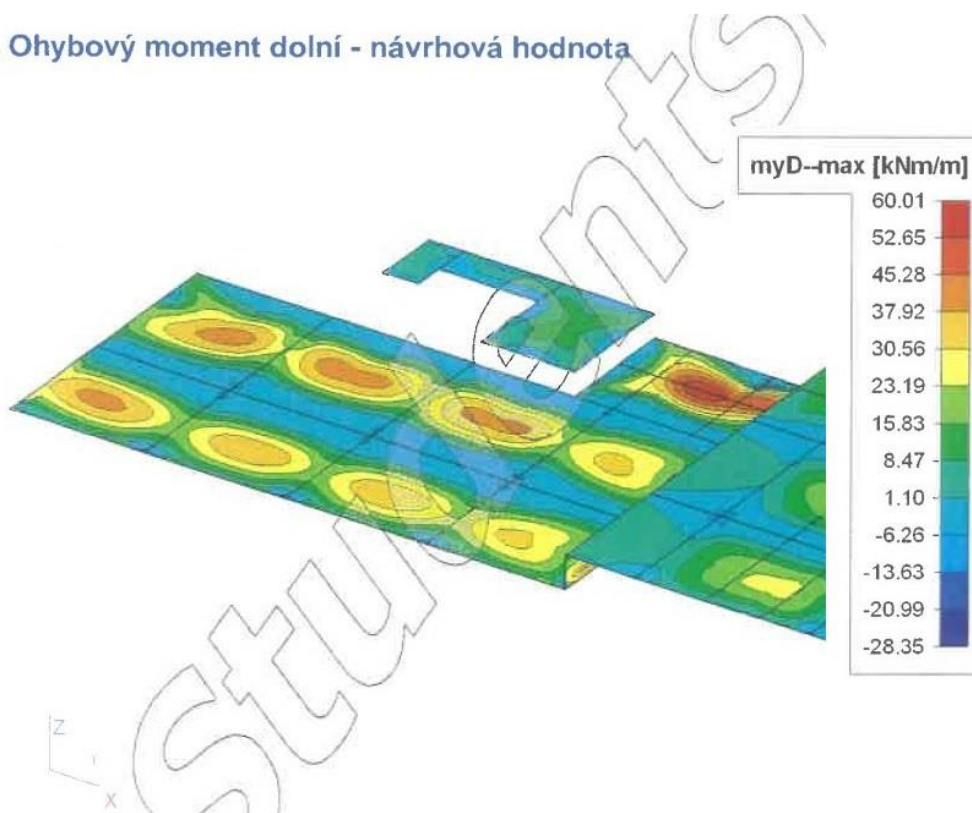
Obr. 4.4 Průběh návrhové hodnoty horního ohyb. momentu ve směru osy y - převzato z [44]

5. Ohybový moment dolní - návrhová hodnota



Obr. 4.5 Průběh návrhové hodnoty dolního ohyb. momentu ve směru osy x - převzato z [44]

6. Ohybový moment dolní - návrhová hodnota



Obr. 4.6 Průběh návrhové hodnoty dolního ohyb. momentu ve směru osy y - převzato z [44]

Přehled ohyb. únosností desky pro navržené plochy výztuže:Tab. 4.6 Potřebné množství výztuže pro desku s ohybovou únosností, převzato z [44]
(upraveno)

\emptyset	\grave{a}	$a_{s,prov}$	m_{Rd}
mm	mm	mm ² /m	kNm/m
8	150	335	25
8	125	402	29,9
8	100	503	37
10	150	524	38,2
10	125	628	45,6
10	100	785	56,3
12	150	754	53,8
12	125	905	63,8
12	100	1131	78,3
14	150	1026	71,2
14	125	1232	84
14	100	1539	102,3
16	150	1340	90
16	125	1609	105,6
16	100	2011	127,4
18	150	1697	109,7
18	125	2036	127,9
18	100	2545	152,5
20	150	2094	129,8
20	125	2513	149,9
20	100	3142	176,2
22	150	2534	149,7
22	125	3041	171

4.4.1 Varianta 1 - vázaná výztuž

Výkres vázané výztuže je rozdělen na dva samostatné výkresy, které jsou v příloze č. 1 a 2: „Dolní výztuž – Varianta 1 (D.V1.1)“ a „Horní výztuž – Varianta 1 (D.V1.2)“. Ve výkrese dolní výztuže jsou vykresleny i prvky lemovací výztuže.

4.4.2 Varianta 2 - svařované sítě

Výkres výztuže varianty 2 je rozdělen na tři samostatné výkresy, které jsou v příloze č. 3, 4 a 5: „Dolní výztuž – Varianta 2 (D.V2.1)“, „Horní výztuž – Varianta 2 (D.V2.2)“ a „Lemovací výztuž – Varianta 2 (D.V2.3)“.

V této variantě je navržena výztuž především ze svařovaných sítí.

Pro účely porovnání s vázanou výztuží byly vybrány sítě, které jsou běžně dostupné u výrobců, tzv. skladové/katalogové sítě. Vzhledem k omezené nabídce rozměrů skladových/katalogových sítí a jejich průřezové plochy je potřeba v některých místech, která jsou namáhána vyššími ohybovými momenty, svařované sítě doplnit o pruty vázané výztuže. Dále mají některá pole desky větší rozpětí, na které je potřeba vzhledem k přesahování sítí použít sítě větších rozměrů – výkresové sítě. V místech prostupů jsou sítě prostřižené a místa kolem prostupů jsou opatřena lemovací výztuží, která je vykreslena ve výkrese: Lemovací výztuž – Varianta 2 (D.V2.3).

Jsou zde použity skladové výztužné svařované KARI sítě jakosti B500B od výrobce Feralpi-Praha s.r.o. Jedná se o typy sítí Q335B, KY50, KY86, KZ60 a KZ100. Tyto sítě použité u dolní i horní výztuže nejsou často potřebné v celé své délce a šířce. Jsou zkracované dle tvarů sítí vykreslených ve výkrese výztuže. Je zde možnost nechat sítě nezkrácené, a to především v případě, že by náklady na stříhání sítí byly nevýhodné.

Výkresové sítě jsou navrženy na rozměry, rozteče a průměry prutů, které výrobce Feralpi-Praha s.r.o. nabízí. Sítě jsou opatřeny delšími přesahy, tak aby bylo možné využít stykování přesahem v jedné rovině.

Ve výkrese horní i dolní výztuže jsou použité sítě vykázány v tabulce sítí spolu s tabulkou a okótovaným schématem pro výrobu výkresových sítí.

4.5 Průvlak

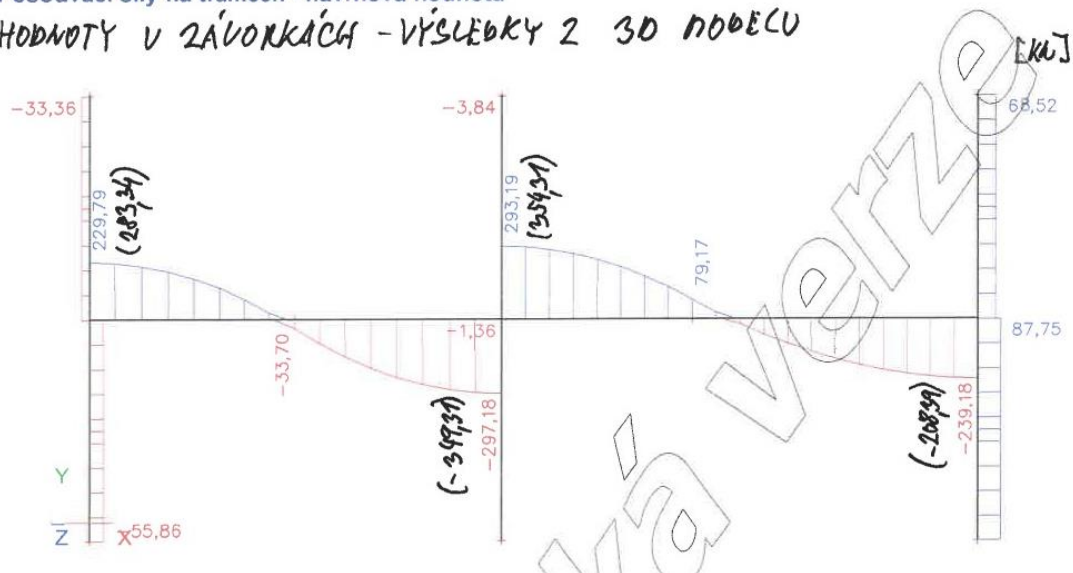
Návrh výztuže je pro účely porovnání typů výztuže zpracován jen u jednoho vybraného průvlaku v 2.NP. Tento průvlak je dlouhý 12,5m a podepřený na jednom konci a uprostřed sloupy a na druhém konci stěnou. Průvlak má navrženou šířku 500 mm a výšku i s tloušťkou desky také 500 mm.

Z diplomové práce jsou převzaty výstupy ze statického programu Scia Engineer, jsou to průběhy ohybových momentů a posouvajících sil uvedeného průvlaku. Dále jsou převzaty vypočítané plochy výztuže s ohybovou únosností ze statického výpočtu pro průvlak.

Výstup ze statického softwaru Scia Engineer:

1. Posouvací síly na trámech - návrhová hodnota

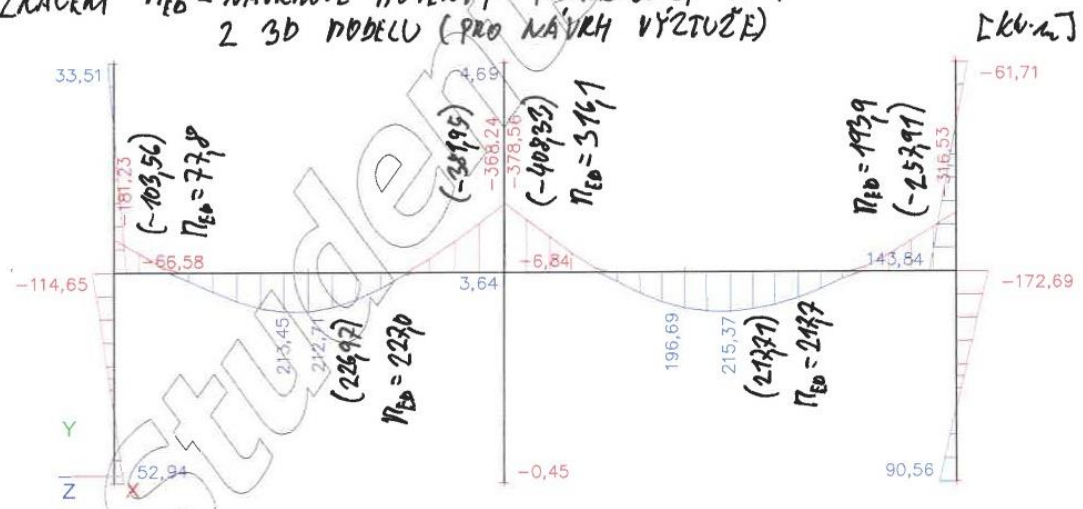
HODNOTY V ZÁVORKKÁCH - VÝSLEDKY Z 3D MODELU



Obr. 4.7 Průběh návrhové hodnoty posouvací síly průvlaku - převzato z [44]

2. Ohybové momenty na trámech - návrhová hodnota

ZNAČEM M_{ED} - NÁVRHOVÉ MOMENTY PO REDUKCI K PODROKĚ
2 3D MODELU (PRO NÁVRH VÝZTUŽE)



Obr. 4.8 Průběh návrhové hodnoty ohybového momentu průvlaku - převzato z [44]

Přehled ohyb. momentů průvlaku pro navržené plochy výztuže:

Tab. 4.7 Potřebné množství výztuže pro průvlak s ohybovou únosností, převzato z [44] (upraveno)

\emptyset	ks	$A_{s,prov}$	M_{Rd}
mm		mm ²	kNm
14	5	770	146,5
16	5	1005	188,3
16	6	1206	223,2
18	5	1272	233,9
18	6	1527	276,3
20	5	1571	282,8
20	6	1885	332,3
22	5	1901	334,2
22	6	2281	391,2

Přehled smykové únosnosti navržených třmíneků:

Tab. 4.8 Potřebné množství třmíneků pro průvlak se smykovou únosností, převzato z [44] (upraveno)

\emptyset	n	s	V_{Rd}
mm		mm	kN
8	4	200	462
8	4	300	308

4.5.1 Varianta 1 - vázaná výztuž

Výkres vázané výztuže průvlaku je v příloze č. 6 označen jako: „Výztuž průvlaku – Varianta 1“.

4.5.2 Varianta 2 - svařované sítě a prostorové prvky

Výkres výztuže průvlaku z prostorových prvků je v příloze č. 7 označen jako: „Výztuž průvlaku – Varianta 2“.

V této variantě je navržena výztuž z ohýbaných svařovaných sítí, které nabízí výrobce Feralpi-Praha s.r.o. Vzhledem k možnostem využití prvků ohýbaných svařovaných sítí jako třmínkových košů je potřeba vyztužení trámu doplnit o běžné pruty vázané výztuže. Třmínkový koš je navržen ze třmínků, které mají průměr prutu 8 mm, a z konstrukční výztuže o průměru 10 mm. Ve výkrese výztuže se nachází výkazy jednotlivých košů včetně okótovaného schématu tvaru a rozložení prutů v jednotlivých koších.

4.6 Porovnání navrhování dle typu výztuže

V této práci jsou vyztuženy dva železobetonové prvky, část stropní desky a jeden průvlak. Pro porovnání využití vázané výztuže, svařovaných sítí a prostorových prvků je výztuž obou prvků navrhovaná ve dvou variantách, tzn. celkem 4 návrhy. Návrh výztuže desky v první variantě je proveden pouze vázanou výztuží. Druhá varianta vyztužení desky je navržena především ze svařovaných sítí, které jsou doplněné v případě potřeby vázanou výztuží. Vyztužení průvlaku je v první variantě navrženo pouze z prvků vázané výztuže a ve druhé variantě z ohýbaných svařovaných sítí v podobě otevřených třmínkových košů v kombinaci s pruty vázané výztuže.

V první řadě je potřeba brát zřetel na typ, rozměry a tvar vyztužovaného prvku a na velikost namáhání, kterému je prvek vystaven. Od těchto parametrů se odvíjí samotná uskutečnitelnost použití svařovaných sítí a prostorových prvků.

Potřebná plocha výztuže se navrhuje pro vázanou výztuž i svařované sítě a prostorové prvky stejným způsobem. Při vyztužování desek, které jsou namáhány vyšším zatížením, je zásadním nedostatkem svařovaných sítí omezená dostupnost průměrů prutů, které jsou například u firmy Feralpi-Praha s.r.o. maximálně do 10 mm u skladových sítí a 12 mm u výkresových sítí. Nastává tak problém dosáhnout potřebné plochy ohybové výztuže. Lze to řešit například použitím příložek z prutů vázané výztuže v těch místech, kde je plocha sítí vzhledem k vyššímu ohybovému namáhání nedostatečná. Nebo může být použito vyztužování sítěmi ve více vrstvách. V případě návrhu vyztužení části desky v 2.NP Elektrobudovy je plocha výztuže při vyztužování sítěmi ve dvou vrstvách oproti jedné stále nedostatečná, proto je tento problém řešen první možností – příložkami.

Při vyztužování desek sítěmi lze použít sítě skladové nebo výkresové. Výkresové sítě je potřeba u výrobce podle výkresu objednat a nechat vyrobit, kdežto skladové sítě jsou v případě naskladnění ihned připravené k odběru. Nevýhodou skladových sítí je nutnost jejich stykování přesahem ve více vrstvách. V některých místech stykování skladových sítí se lze dostat i na tři vrstvy. Je pak potřeba věnovat zvýšenou pozornost především dodržení krycí vrstvy výztuže. Vyvarovat se tomu lze použitím výkresových sítí s dlouhými přesahy pro stykování v jedné rovině, což bylo použito v návrhu horní výztuže desky.

Vybraná deska pro účely porovnání má rozpětí až 7,3 m. U rozpětí takové délky a velikosti zatížení desky je náročnější umístění styků přesahem skladových sítí v místech, kde výpočtové napětí ve výztuži v mezním stavu únosnosti nepřesahuje 80 % návrhové pevnosti výztuže. Skladové sítě tak mohou v tomto případě mít nedostatečné celkové rozměry. Tento problém lze taktéž vyřešit použitím výkresových sítí, jejichž rozměry mohou být oproti největším skladovým sítím na šířku o 0,8 m delší a na délku až dvojnásobné.

Při navrhování výztuže vybrané desky je tak vzhledem k problematice stykování přesahem a potřebné plochy výztuže snazší návrh a uspořádání vázané výztuže oproti svařovaným sítím. Záleží však na rozpětí a zatížení vyztužované desky, v případě nižších hodnot zatížení a menších rozpětí je možné, že by byl návrh vyztužení snazší u svařovaných sítí.

Při návrhu vyztužení desky svařovanými sítěmi lze přihlídnout také například k možnosti využití pouze výkresových sítí. Návrh pouze výkresových sítí by mohl snížit počet potřebných sítí a vrstvení sítí při jejich stykování vzhledem k dostupnosti větších rozměrů a možnosti aplikace stykování přesahem v jedné rovině.

Vyztužení vybraného průvlaku ohýbanými svařovanými sítěmi v podobě třmínkových košů je potřeba navrhnout spolu s možnostmi, které nabízí výrobce, ať už je to maximální délka koše nebo maximální průměr ohýbaného prutu. Jelikož je výrobcem, podle kterého je výztuž navrhována, určen maximální průměr svařovaného prutu 12 mm, jsou třmínkové koše navrženy bez prutů ohybové výztuže. Ty je potřeba k třmínkovým košům následně vyvázat. Koš je navržen ze třmínků, které mají průměr prutu 8 mm, a z konstrukční výztuže o průměru 10 mm, není tak problém s potřebnou plochou smykové výztuže. Jelikož lze výztužné koše rozdělit na dvě části, které se stykují nad podporou, nenastává tak problém ani s maximální možnou délkou koše.

Oproti návrhu vyztužení průvlaku vázanou výztuží jsou ohýbané svařované sítě v podobě třmínkových košů velmi dobrou náhradou, která vede k usnadnění práce při vyvazování samostatných třmínků. Třmínkové koše lze v tomto případě i nechat svázat s ohybovou a pomocnou výztuží již ve výrobě a v podobě hotového armování dovést na stavbu, kde by byly oba armovací celky stykovány v místě střední podpory.

U průvlaku lze navrhnout smykovou výztuž – třmínky například i v podobě tzv. kontinuálních třmínků, které je možnost vkládat jak samostatně do bednění nebo vyvázané do armokošů dovezených z výroby na stavbu již v celku.

5 Závěr

V rámci této bakalářské práce byl zpracován souhrn poznatků o používaných typech výztuže betonových konstrukcí. Byly představeny varianty vyztužovacích prvků dle použitých materiálů a základního rozdělení. Práce byla poté zaměřena na betonářskou ocelovou výztuž – charakteristiky materiálu a typy v provádění betonářské výztuže. Po představení základních vlastností, výhod a nevýhod a možností využití jednotlivých typů v provádění následuje jejich porovnání a uvedením aspektů, které mohou ovlivnit návrh vyztužení betonového prvku či konstrukce. V neposlední řadě byly v práci představeny postupy při navrhování výztuže pro dvě varianty dvou konstrukčních prvků. V první variantě byla použita čistě vázaná výztuž a v druhé svařované sítě a prostorové prvky, které byly v případě potřeby doplněny o prvky vázané výztuže. Návrh byl zpracován v podobě výkresů, které jsou přiloženy k práci. Práce byla zakončena porovnáním variant návrhu, kde byly uvedeny jejich výhody a nevýhody, které se při navrhování mohou vyskytnout.

Návrh vybraných prvků byl proveden ve dvou variantách, tudíž je zde možnost jej rozšířit o další možnosti vyztužování svařovanými sítěmi a prostorovou výztuží, o kterých je zmíněno v předchozí kapitole. Porovnat typy vyztužování v provádění betonářské výztuže lze i v jiných aspektech. Je jím například ekonomické hledisko, které může pohled na výhodnost a nevýhodnost jednotlivých typů zcela změnit.

Ať už se při navrhování výztuže rozhodneme pro jakoukoliv z možností, které jsou v nynější době dostupné, je třeba přihlídnout k nespočtu aspektů. Nevýhody jednotlivých možností mohou být často velkou překážkou při realizaci, přestože je jejich návrh snazší a naopak.

Seznam použité literatury

- [1] Výztuž do betonu [online]. Beton TKS, s. r. o., a Svaz výrobců betonu ČR, 2021 [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: <https://www.ebeton.cz/pojmy/vyztuz-do-betonu/>
- [2] VÍTEK, Jan. 150LET ŽELEZOBETONU. *BETON*. 2018, 2018(1), 50-53. ISSN 1213-3116.
- [3] GIRGLE, František, David HORÁK, Vojtěch KOSTIHA, Jan PROKEŠ a Petr ŠTĚPÁNEK. *Moderní kompozitní materiály jako náhrada klasické výztuže do betonu* [online]. © Business Media One, s. r. o., 2015 [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: https://www.imaterialy.cz/rubriky/materialy/moderni-kompozitni-materialy-jako-nahrada-klasicke-vyztuze-do-betonu_42548.html
- [4] Průřez vybranými typy FRP výztuží (zleva GFRP, C-GFRP a CFRP). In: *IMateriály* [online]. © Business Media One, s. r. o., 2015 [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: https://www.imaterialy.cz/rubriky/materialy/moderni-kompozitni-materialy-jako-nahrada-klasicke-vyztuze-do-betonu_42548.html#
- [5] *Předpjatý beton* [online]. Beton TKS, s. r. o., a Svaz výrobců betonu ČR, 2021 [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: <https://www.ebeton.cz/pojmy/predpjaty-beton/>
- [6] Dodatečné předpínání. In: *VLS* [online]. VSL SYSTEMS, c2007-2022 [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: http://www.vsl.cz/files/images/post-tensioning-systems/5_full.jpg
- [7] SMÍŠEK, Pavel. *28. Betonářský úterek, FSv ČVUT: Instalace dodatečného předpínání do konstrukce Národní technické knihovny*. VLS SYSTÉMY (CZ), s.r.o.
- [8] STUDNIČKA, Jiří. *Ocelobetonové konstrukce*. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1994. ISBN 80-010-1104-6.
- [9] Passive fire protection: Concrete encasement. In: *Australian Steel Institute* [online]. Australian Steel Institute, 2022 [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: <https://www.steel.org.au/getmedia/a9063cbf-534e-43bf-8e1f-e62e4c442335/Steel-and-fire-Concrete-encased-column?width=400&height=276>
- [10] *Vláknobeton* [online]. Beton TKS, s. r. o., a Svaz výrobců betonu ČR, c2021 [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: <https://www.ebeton.cz/pojmy/vlaknobeton/>.
- [11] *Drátkobeton a vláknobeton* [online]. CEMEX S.A.B. de C.V., 2022 [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: <https://www.cemex.cz/beton-dratkobeton-a-vlaknobeton>
- [12] OCELOVÁ VLÁKNA. In: *KRAMPE HAREX* [online]. KrampeHarex CZ s.r.o. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://www.krampeharex.cz/img/KrampeHarex-vlakna-do-betonu-nerezova-vlakna.jpg>
- [13] *Vláknobeton* [online]. Beton TKS, s. r. o., a Svaz výrobců betonu ČR, 2021 [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: <https://www.ebeton.cz/pojmy/vlaknobeton/>
- [14] *Zesilování stavebních konstrukcí* [online]. MOPED.CZ, 2016 [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: http://www.moped.cz/zesilovani_konstrukci

- [15] Zesilování nosných konstrukcí externí lepenou výztuží. In: *TESAN* [online]. TESAN s.r.o. [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: https://www.tesan.cz/wp-content/uploads/photo-gallery/UHL%C3%8DKOV%C3%89_V%C3%9DZTU%C5%BDE_TESAN_zesileni_stropu_pri_dodatecných_otvorech.jpg
- [16] ČSN EN 1992-1-1. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby: Příloha C - Vlastnosti betonářské výztuže vyhovující tomuto Eurokódu*. © Český normalizační institut, 2019.
- [17] RB-1: Reinforcing deformed bars in 16 mm diameter. In: *Suprete Concrete Mesh* [online]. Suprete Concrete Mesh Co., Ltd. [cit. 2022-03-20]. Dostupné z: <https://www.concrete-mesh.com/img/reinforcing-deformed-bar.jpg>
- [18] *Definicja ciągliwości: Ciągłość stali zbrojeniowej* [online]. Epstal, 2017 [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: <https://www.epstal.pl/wiedza/definicja-ciągliwosci>
- [19] Jak projektować odpowiedzialnie? Kilka słów na temat ciągliwości stali zbrojeniowej: Wykres zależności naprężeń od odkształceń dla stali zbrojeniowej o zróżnicowanej ciągliwości. In: *Epstal* [online]. Centrum Promocji Jakości Stali [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: <https://www.epstal.pl/assets/files/publikacje/jak-projektowac-odpowiedzialnie.pdf>
- [20] ŠMEJKAL, Jiří a Jaroslav PROCHÁZKA. BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ - EVROPSKÉ TRENDY. *BETON*. BETON TKS, s. r. o., 2008, 2008(5), 70-75. ISSN 1213-3116.
- [21] ZRZA, Stanislav. *Způsoby výroby betonářské výztuže a problematika jejího svařování (1. část)* [online]. Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p., 2019 [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/beton-malty-omitky/18686-zpusoby-vyroby-betonarske-vyztuze-a-problematika-jejeho-svarovani-1-cast>
- [22] ČSN EN ISO 17660-1. *Svařování – Svařování betonářské oceli – Část 1: Nosné svarové spoje*. © Český normalizační institut, 2007.
- [23] CRM-1: Concrete reinforcing mesh from deformed steel welded details. In: *Suprete Concrete Mesh* [online]. Suprete Concrete Mesh Co., Ltd. [cit. 2022-03-22]. Dostupné z: <https://www.concrete-mesh.com/img/concrete-mesh-welded-details.jpg>
- [24] Ohyb, Střih. In: *ArmoGROUP* [online]. ArmoGroup, 2020 [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: <https://moto.armogroup.cz/mt-content/uploads/2016/11/strih-big.jpg>
- [25] Ohýbání betonářské oceli. In: *FERRUM* [online]. FERRUM s.r.o., 2018 [cit. 2022-04-03]. Dostupné z: https://ferrum.netguru.top/wp-content/uploads/sites/7/2019/06/armovna_ohybání_betonářské_oceli.pdf
- [26] HÁJEK, František a Jaroslav PROCHÁZKA. *Vyztužování svařovanými sítěmi*. 1. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2001. Betonové stavitelství. ISBN 80-863-6441-0.
- [27] SRM-2: Concrete square mesh from 6.75 mm galvanized deformed steel in 200 mm mesh size. In: *Suprete Concrete Mesh* [online]. Suprete Concrete Mesh Co., Ltd. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.concrete-mesh.com/img/square-mesh-deformed-galvanized.jpg>

- [28] RRM-1: Rectangular reinforcing mesh from deformed steel bar with 8.55 mm long wire 7.60 mm cross wire. In: *Suprete Concrete Mesh* [online]. Suprete Concrete Mesh Co., Ltd. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.concrete-mesh.com/img/rectangular-reinforcing-mesh-rib.jpg>
- [29] TM-2: trench mesh schematic diagram. In: *Suprete Concrete Mesh* [online]. Suprete Concrete Mesh Co., Ltd. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.concrete-mesh.com/img/trench-mesh-diagram.png>
- [30] Uboot. In: *Archello* [online]. Archello, 2022 [cit. 2022-04-02]. Dostupné z: <https://archello.com/thumbs/images/2017/06/22/uboot.1507016343.4682.jpg>
- [31] SPIREX kontinuální třmínek. In: *Stavební investorské noviny* [online]. ITES, spol. s r. o., 2010 [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: <https://tvstav.cz/user/data/modul-images/1343-preview-20.jpg>
- [32] Výroba kontinuálních třmenů. In: *Raven* [online]. Raven, a.s., 2020 [cit. 2022-04-07]. Dostupné z: <https://img.raven.sk/fotocache/original/images/sluzby/SluzbyVelke/spirex.jpg>
- [33] FERAPI-PRAHA S.R.O. *Katalog ohybu výztuže*. Dostupné také z: http://www.ferapi.cz/DOKUMENTY/ohyb_strih.pdf
- [34] Prostorové výztuže typ E. In: *FERT* [online]. FERT a.s., 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://www.fert.cz/wp-content/uploads/2021/05/e-hlavni-1024x457.jpg>
- [35] Prostorové výztuže typ E s přesahem. In: *FERT* [online]. FERT a.s., 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://www.fert.cz/wp-content/uploads/2021/05/e-s-presahem-hlavni-1024x608.jpg>
- [36] Prostorové výztuže typ E. In: *FERT* [online]. FERT a.s., 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://www.fert.cz/wp-content/uploads/2021/05/panel02.jpg>
- [37] Lišta distanční DL20 – 20 mm × 2 m. In: *PRO-DOMA* [online]. PRO-DOMA [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: https://www.pro-doma.cz/ew/ew_images/image?EwImage=b8bdcca8-9dc7-4e3e-afe8-8cfbee977809&Filter=042cdaac-4610-40de-a462-c4d4435cec81
- [38] Distanční prvek betonový s drátem 20 × 25 × 30 mm. In: *PRO-DOMA* [online]. PRO-DOMA [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: https://www.pro-doma.cz/ew/ew_images/image?EwImage=bb6594a4-20b1-4696-9152-5de967d441c3&Filter=042cdaac-4610-40de-a462-c4d4435cec81
- [39] Kroužek distanční DISTECH Dinki (4–10) výška 15 mm. In: *DEK* [online]. DEK a.s., 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: https://cdn1.idek.cz/dek/img/product/917985229_ew370_eh370.webp
- [40] Spojky výztuže MBT. In: *Halfen* [online]. Leviat [cit. 2022-04-11]. Dostupné z: <https://www.halfen.com/~mi/73/202/muffetitelfrei.jpg>
- [41] HALFEN Šroubové spojky HBS-05. In: *Halfen* [online]. Leviat [cit. 2022-04-11]. Dostupné z: <https://www.halfen.com/~mi/267/171/hbs-05-schraubanschluss.jpg>
- [42] Plexus-vylamovák. In: *Kotaca-želix* [online]. ŽELEX, c2012-2020 [cit. 2022-04-10]. Dostupné z: <https://www.kotaca.cz/FOTKY/324-plexusvylamovak.jpg>
- [43] ŠMEJKAL, Jiří a Jaroslav PROCHÁZKA. PROTLAČENÍ Z POHLEDU ČSN EN 1992-1-1 A PŘEDPISŮ PRO PATENTOVANOU SMYKOVOU VÝZTUŽ. *BETON*. 2014, 2014(5), 60-67. ISSN 1213-3116.

[44] BENHÁK, Pavel. *Elektrobudova*. Praha, 2011. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce Doc. Ing. Jitka Vašková CSc.

Seznam obrázků

Obr. 2.1 Průřez vybranými typy FRP výztuží [4].....	10
Obr. 2.2 Vnější dodatečné předpínání v mostní konstrukci [6].....	11
Obr. 2.3 Systém předpínání ve stropní konstrukci Národní technické knihovny [7].....	11
Obr. 2.4 Příklad obetonovaného ocelového sloupu vyztuženého betonářskou výztuží [9]	12
Obr. 2.5 Ocelová vlákna firmy KrampeHarex® [12].....	13
Obr. 2.6 Rozlomený trámek z vláknobetonu [13].....	13
Obr. 2.7 Ztužení stropní desky v okolí dodatečně provedených otvorů [15].....	14
Obr. 3.1 Výztužné pruty opatřené žebírky [17].....	16
Obr. 3.2 Graf závislosti napětí na deformacích pro armovací ocel různé tažnosti [19]....	17
Obr. 3.3 Za tepla válcovaná ocel s dvěma řadami příčných žebírek [21].....	18
Obr. 3.4 Za tepla válcovaná ocel s následným natažením se čtyřmi řadami příčných žebírek [21].....	19
Obr. 3.5 Za studena válcovaná ocel se třemi řadami příčných žebírek [21].....	19
Obr. 3.6 Detail spojovacího svaru výztužné sítě [23].....	20
Obr. 3.7 Výztuž ve svazcích [24].....	21
Obr. 3.8 Příklady tvarů zoýbaných prutů nabízené armovnou [25].....	22
Obr. 3.9 Schéma stykování výztužných sítí s krátkými přesahy ve dvou rovinách.....	23
Obr. 3.10 Schéma stykování výztužných sítí s dlouhými přesahy v jedné rovině.....	23
Obr. 3.11 Výztužná síť se čtvercovými oky [27].....	23
Obr. 3.12 Výztužná síť s obdélníkovými oky [28].....	24
Obr. 3.13 Schéma příkopové sítě [29].....	24
Obr. 3.14 Vylehčená stropní deska - U-Boot system firmy Daliform [30].....	25
Obr. 3.15 Svařované armokoše se spirálovými třmínky.....	25
Obr. 3.16 Armování průvlatku s kontinuálními třmínky [31].....	26
Obr. 3.17 Složený tvar kontinuálního třmínku [32].....	26
Obr. 3.18 Příklady sítí pro křížení plošných prvků nabízených výrobcem [33].....	27
Obr. 3.19 Příklady ohýbaných sítí nabízených výrobcem [33].....	28
Obr. 3.20 Prostorová výztuž typu E bez přesahů od výrobce FERT [34].....	28
Obr. 3.21 Prostorová výztuž typu E s přesahy od výrobce FERT [35].....	29
Obr. 3.22 Prefabrikovaný panel s výztužnými příhradovými nosníky [36].....	29
Obr. 3.23 Plastová distanční lišta [37].....	30
Obr. 3.24 Betonový distančník [38].....	30

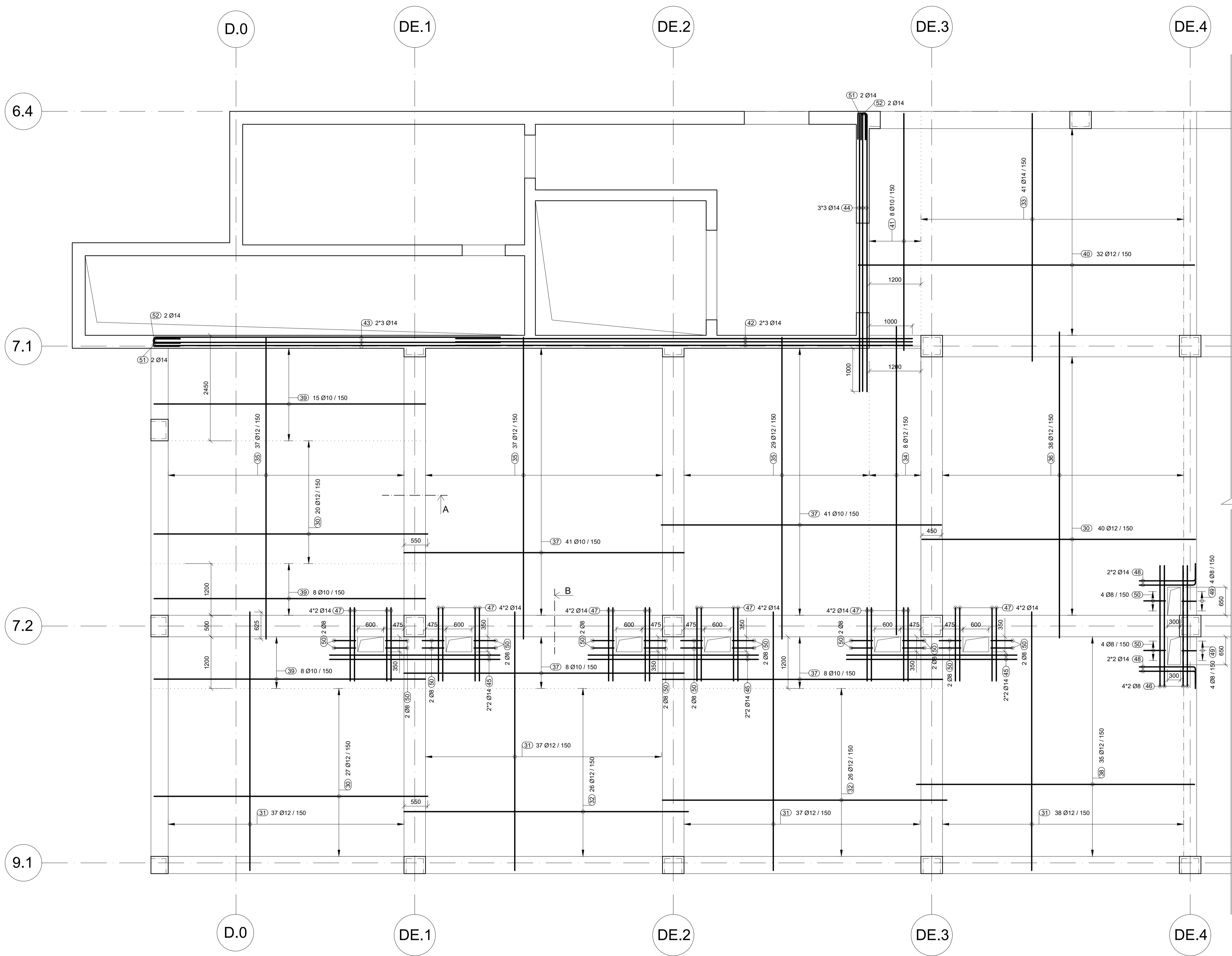
Obr. 3.25 Plastový distanční kroužek [39].....	31
Obr. 3.26 Distanční prvky z prostorově svařovaných žebříků, tzv. hadi.....	31
Obr. 3.27 Distanční podložky v základové desce - kozlíky	32
Obr. 3.28 Distanční podložka ve stropní desce - kozlík.....	32
Obr. 3.29 Objímková mechanická spojka firmy Halfen [40].....	33
Obr. 3.30 Šroubové mechanické spojky firmy Halfen [41]	33
Obr. 3.31 Znázornění umístění vylamovací lišty [42].....	34
Obr. 3.32 Nevylámané vylamovací lišty pro rampu ve vybetonované stěně.....	34
Obr. 3.33 Umístění smykových trnů u armování lokálně podepřené stropní desky v místě sloupu.....	35
Obr. 3.34 Smyková výztuž proti protlačení – příhradové lišty [43].....	35
Obr. 3.35 Výztuž proti protlačení - třmínkové koše v hlavici sloupu	35
Obr. 4.1 Schéma pro ekvivalentní kotevní délku pro příčně přivařený prut [16].....	44
Obr. 4.2 Schéma kotvení třmínků a smykové výztuže [16].....	45
Obr. 4.3 Průběh návrhové hodnoty horního ohyb. momentu ve směru osy x - převzato z [44]	47
Obr. 4.4 Průběh návrhové hodnoty horního ohyb. momentu ve směru osy y - převzato z [44]	47
Obr. 4.5 Průběh návrhové hodnoty dolního ohyb. momentu ve směru osy x - převzato z [44]	48
Obr. 4.6 Průběh návrhové hodnoty dolního ohyb. momentu ve směru osy y - převzato z [44]	48
Obr. 4.7 Průběh návrhové hodnoty posouvací síly průvlaku - převzato z [44]	51
Obr. 4.8 Průběh návrhové hodnoty ohybového momentu průvlaku - převzato z [44].....	52

Seznam tabulek

Tab. 3.1 Vlastnosti betonářské výztuže [16]	17
Tab. 4.1 Minimální vnitřní průměry zakřivení [16].....	41
Tab. 4.2 Návrhové kotevní délky [mm] při plném využití výztuže	42
Tab. 4.3 Přesahové délky	43
Tab. 4.4 Návrhové kotevní délky při použití příčně přivařeného prutu.....	44
Tab. 4.5 Požadované délky přesahu vedlejších drátů svařovaných sítí [16].....	44
Tab. 4.6 Potřebné množství výztuže pro desku s ohybovou únosností, převzato z [44] (upraveno).....	49
Tab. 4.7 Potřebné množství výztuže pro průvlak s ohybovou únosností, převzato z [44] (upraveno).....	52
Tab. 4.8 Potřebné množství třmínků pro průvlak se smykovou únosností, převzato z [44] (upraveno).....	52

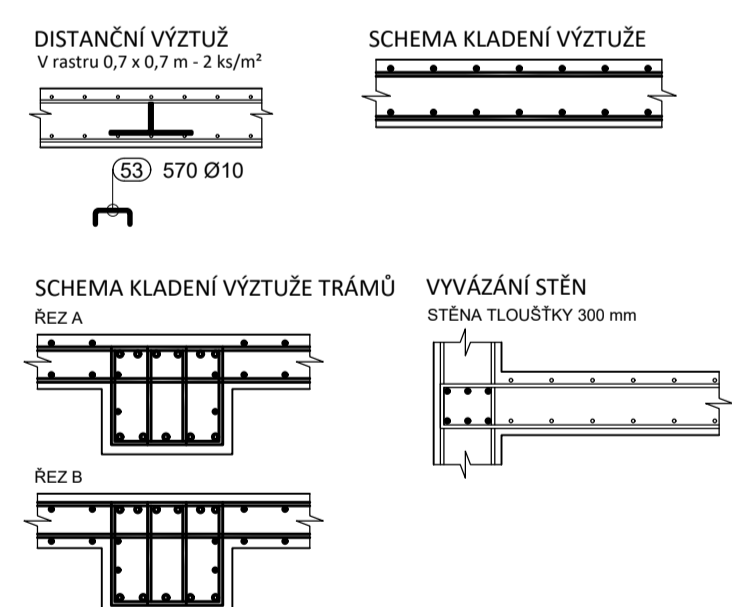
Seznam příloh

1. Výkres – Dolní výztuž desky – Varianta 1 (D.V1.1)
2. Výkres – Horní výztuž desky – Varianta 1 (D.V1.2)
3. Výkres – Dolní výztuž desky – Varianta 2 (D.V2.1)
4. Výkres – Horní výztuž desky – Varianta 2 (D.V2.2)
5. Výkres – Lemovací výztuž desky – Varianta 2 (D.V2.3)
6. Výkres – Výztuž průvlaku – Varianta 1 (P.V1.1)
7. Výkres – Výztuž průvlaku – Varianta 2 (P.V2.1)



30	87 Ø12	l = 6350 mm	43	6 Ø14	l = 8020 mm
31	149 Ø12	l = 6000 mm	44	9 Ø14	l = 6430 mm
32	52 Ø12	l = 6600 mm	45	12 Ø14	l = 3950 mm
33	41 Ø14	l = 5750 mm	46	8 Ø8	l = 2800 mm
34	8 Ø12	l = 7150 mm	47	48 Ø14	l = 1700 mm
35	103 Ø12	l = 7000 mm	48	8 Ø14	l = 1670 mm
36	38 Ø12	l = 7100 mm	49	8 Ø8	l = 1120 mm
37	98 Ø10	l = 6500 mm	50	32 Ø8	l = 1120 mm
38	35 Ø12	l = 6450 mm	51	4 Ø14	l = 1370 mm
39	31 Ø10	l = 6300 mm	52	4 Ø14	l = 1280 mm
40	32 Ø12	l = 7800 mm	53	570 Ø10	l = 1050 mm
41	8 Ø10	l = 5500 mm			
42	6 Ø14	l = 10600 mm			

VÝKAZ VÝZTUŽE							
Pol	Ø [mm]	Délka [mm]	Ks	B500B			
				8	10	12	14
30	12	6350	87			552,45	
31	12	6000	149			894	
32	12	6600	52			343,2	
33	14	5750	41				235,8
34	12	7150	8				57,2
35	12	7000	103				721
36	12	7100	38				269,8
37	10	6500	98			637	
38	12	6450	35			225,75	
39	10	6300	31		195,3		
40	12	7800	32			249,6	
41	10	5500	8		44		
42	14	10600	6				63,6
43	14	8020	6				48,12
44	14	6430	9				57,87
45	14	3950	12				47,4
46	8	2800	8	22,4			
47	14	1700	48				81,6
48	14	1670	8				13,36
49	8	1120	8	8,96			
50	8	1120	32	35,84			
51	14	1370	4				5,48
52	14	1280	4				5,12
53	10	1050	570		598,5		
Celková délka [m]				67,2	1474,8	3313,0	558,3
Hmotnost [kg]				26,9	914,4	2948,6	675,5
Celková hmotnost [kg]						4565,4	



- POZNÁMKY**
- V MÍSTĚ PROSTUPU VÝZTUŽI PŘIZPŮSOBIT (rozthnout nebo rozlthnout)
 - KRYCÍ VRSTVA VÝZTUŽE: TRÁMY 35 mm, DESKA 25 mm
 - MINIMÁLNÍ STYKOVÁNÍ VÝZTUŽE: Ø8 - 350 mm; Ø10 - 450 mm; Ø12 - 550 mm; Ø14 - 650 mm;

MATERIÁLY

- BETON C25/30 - XC1
- OCEĽ B500B

OHYBY VÝZTUŽE

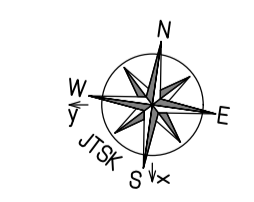
PŘI CHYBÁNÍ VÝZTUŽE: JE NUTNÉ DOORŽET USTANOVENÍ ČSN EN 1992-1-1 ČL. 8.3 - PŘÍPUSTNÉ VNITŘNÍ PROMĚRY ZAKRVENÍ PŘI CHYBÁNÍ PŘÍTU

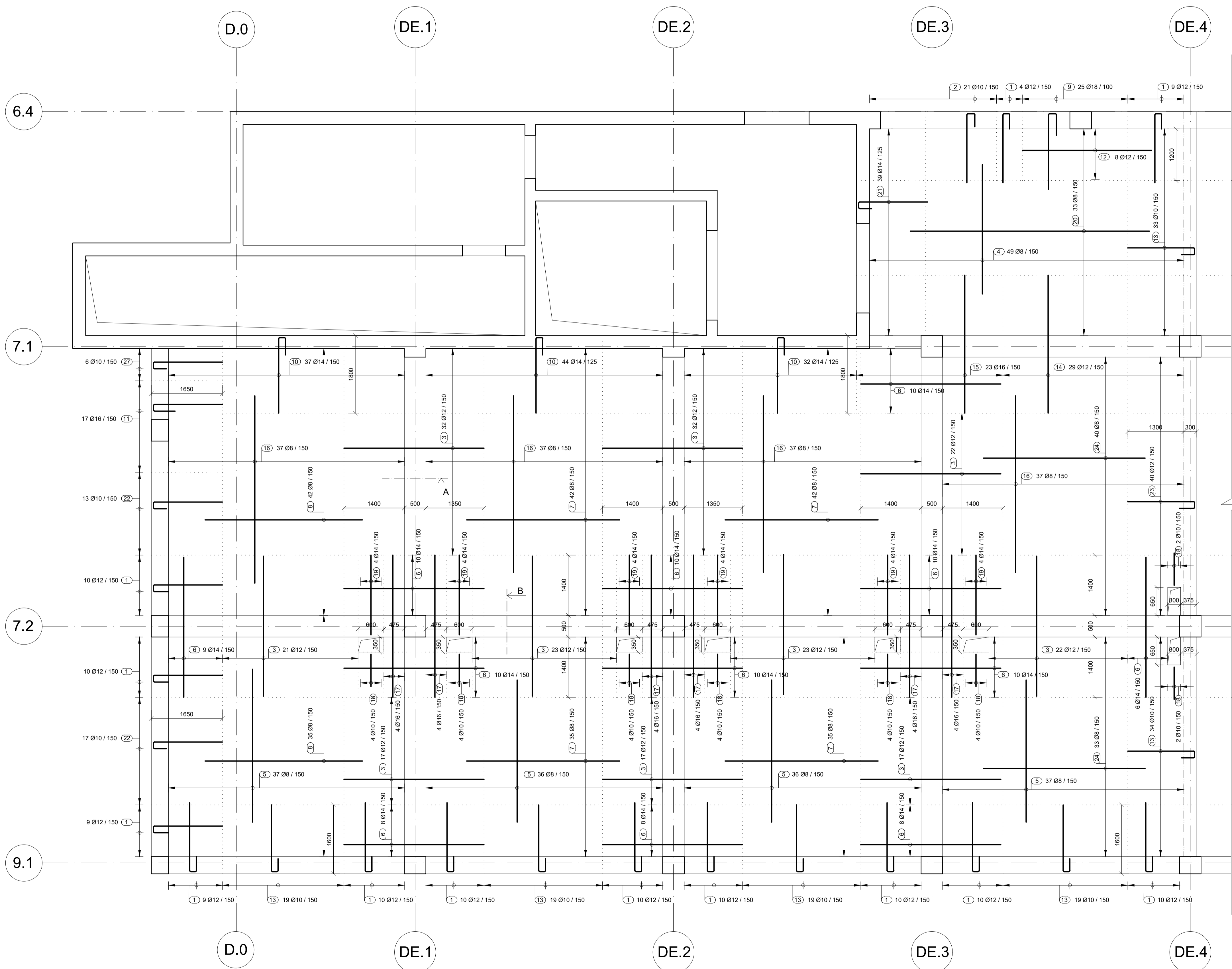
KÓTOVÁNÍ VÝZTUŽE

PŘI CHYBÁNÍ KÓTOVÁNÍ VNĚJŠÍ ROZMĚR

s0.000+340,10mm.m. VÝŠKOVÝ SYSTÉM BpV
SOUBĚŽNÝ SYSTÉM S-JTK

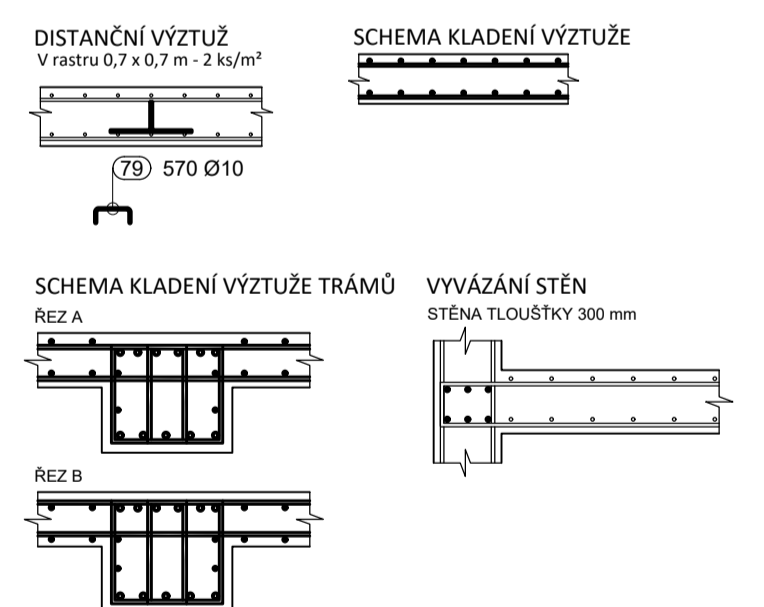
FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE			
KATEDRA:	Katedra betonových a zděných konstrukcí		
VYPRACOVAL:	Miroslava Chovanová		
VEDOUcí PRÁCE:	Doc. Ing. Jitka Vašková CSc.		
PRÁCE:	Bakalářská práce	ČÍSLO VÝKRESU:	D.V1.1
NÁZEV:	Vyztužování betonových konstrukcí sítěmi a prostorovou výztuží	MĚŘÍTKO:	1:50
VÝKRES:	Dolní výztuž desky - Varianta 1	DATUM:	06.05.2022





1 121 Ø12 l = 2060 mm	14 29 Ø12 l = 3200 mm
2 21 Ø10 l = 2040 mm	15 23 Ø16 l = 3200 mm
3 327 Ø12 l = 3250 mm	16 148 Ø8 l = 4100 mm
4 49 Ø8 l = 3000 mm	17 24 Ø16 l = 3300 mm
5 146 Ø8 l = 3300 mm	18 32 Ø10 l = 1190 mm
6 109 Ø14 l = 3250 mm	19 24 Ø14 l = 2250 mm
7 154 Ø8 l = 3550 mm	20 33 Ø8 l = 5550 mm
8 77 Ø8 l = 3650 mm	21 39 Ø14 l = 2100 mm
9 25 Ø18 l = 2360 mm	22 36 Ø10 l = 2010 mm
10 113 Ø14 l = 2250 mm	23 40 Ø12 l = 2010 mm
11 17 Ø16 l = 2190 mm	24 73 Ø8 l = 3750 mm
12 8 Ø12 l = 3000 mm	
13 143 Ø10 l = 1960 mm	

		VÝKAZ VÝZTUŽE						
Pol	Ø [mm]	Délka [mm]	Ks	8	10	12	14	16
1	12	2060	121					
2	10	2040	21	42,84				
3	12	3250	237		770,25			
4	8	3000	49	147				
5	8	3300	146	481,8				
6	14	3250	109			354,25		
7	8	3550	154	546,7				
8	8	3650	77	281,05				
9	18	2360	25				254,25	
10	14	2250	113					
11	16	2190	17					37,23
12	12	3000	8			24		
13	10	1960	143	280,28				
14	12	3200	29			92,8		
15	16	3200	23					73,6
16	8	4100	148	606,8				
17	16	3300	24					79,2
18	10	1190	32		38,08			
19	14	2250	24				54	
20	8	5550	33	183,15				
21	14	2100	39				81,9	
22	10	2010	36		72,36			
23	12	2010	40			80,4		
24	8	3750	73	273,75				
Celková délka [m]			2520,3	433,6	1216,7	744,4	190,0	
Hmotnost [kg]			1008,1	268,8	1082,9	900,7	379,7	
Celková hmotnost [kg]						3640,2		



- POZNÁMKY**
- V MÍSTĚ PROSTUPU VÝZTUŽ PRŮPUSOBIT (rozřeznout nebo rozřeznout)
 - KRYCÍ VSTŘIK VÝZTUŽE: TRÁMY 35 mm, DESKA 20 mm
 - MINIMÁLNÍ STYKOVÁNÍ VÝZTUŽE: Ø8 - 350 mm; Ø10 - 450 mm; Ø12 - 550 mm; Ø14 - 650 mm;

MATERIÁLY

- BETON C25/30 - XC1
- OCEĽ B500B

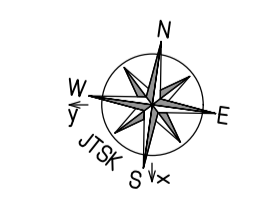
OHYBY VÝZTUŽE

PŘI OHYBÁNÍ VÝZTUŽE SE NUTNĚ DOORŽET USTANOVENÍ ČSN EN 1992-1-1 ČL. 8.3 - PŘÍPUSTNÉ VNITŘNÍ PRŮMĚRY ZAKRŮVENÍ PŘI OHYBÁNÍ PRŮTU

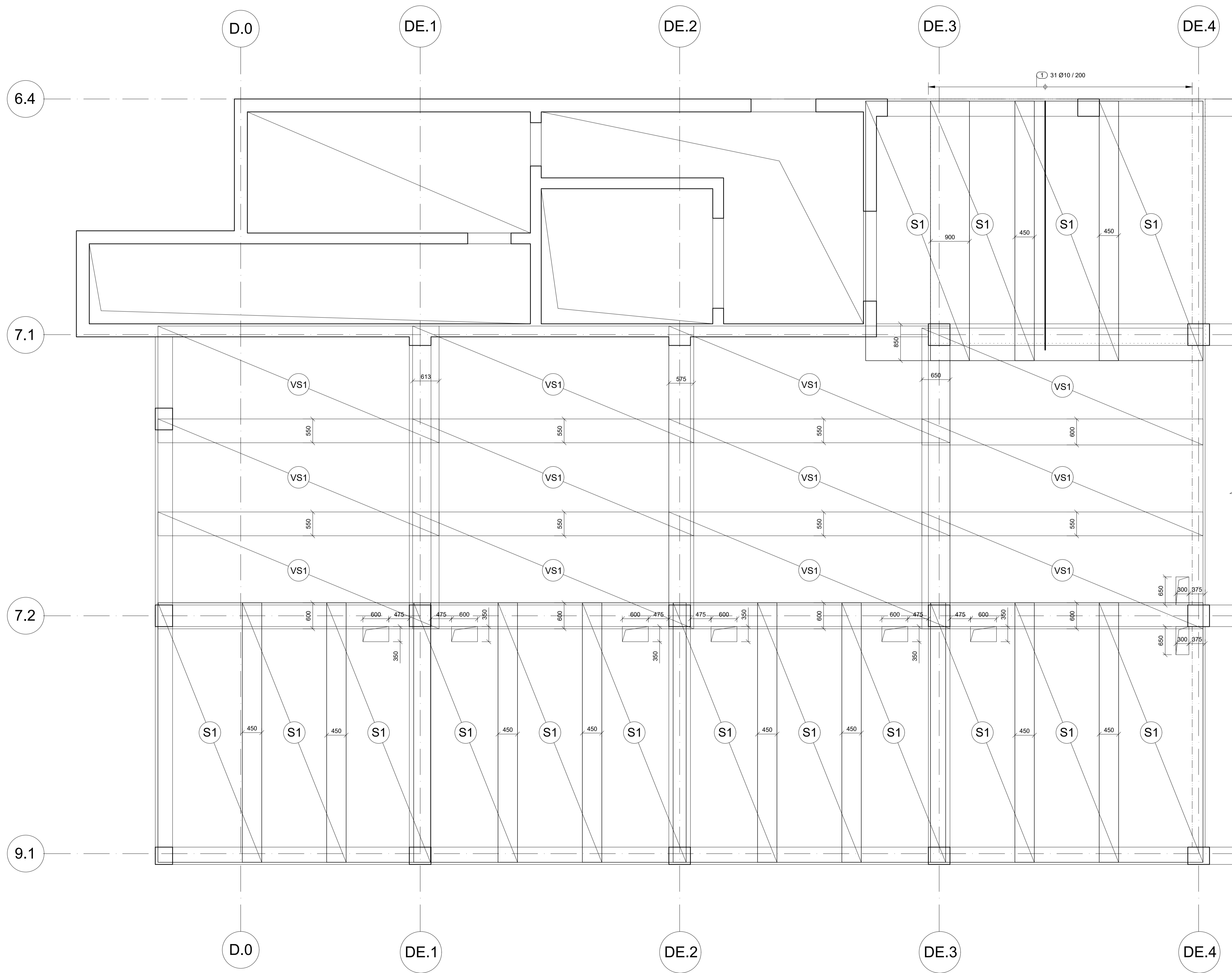
KÓTOVÁNÍ VÝZTUŽE

PŘI OHYBÁNÍ KÓTOVÁNÍ VNĚJŠÍ ROZMĚR

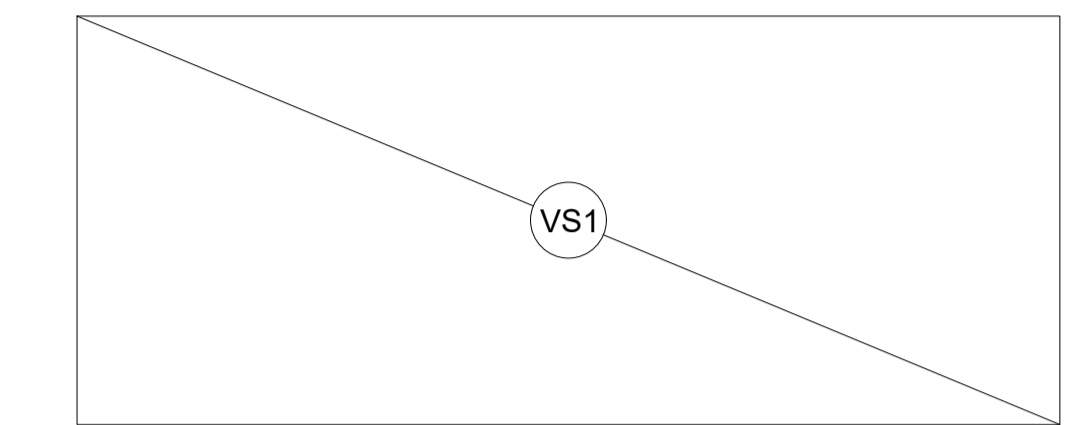
±0,000=340,10mm.m. VÝŠKOVÝ SYSTÉM BpV
SOUDRADNÝ SYSTÉM S-JTSK



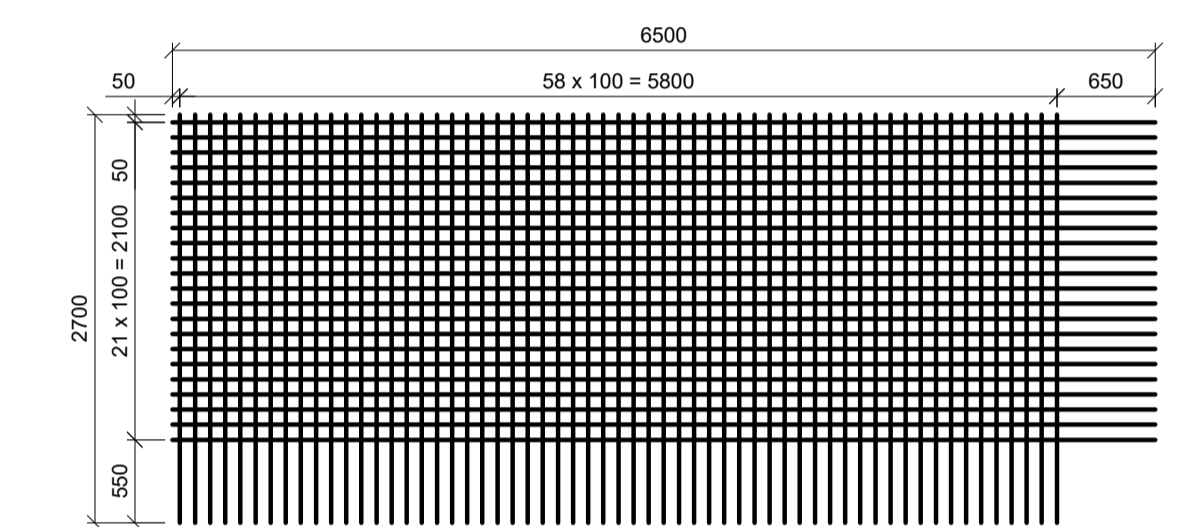
FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE		ČÍSLO VÝKRESU: D.V1.2	
KATEDRA:	Katedra betonových a zděných konstrukcí	MĚŘÍTKO:	1:50
VYPRACOVAL:	Miroslava Chovanová	DATUM:	05.05.2022
VEDOUcí PRÁCE:	Doc. Ing. Jitka Vašková CSc.		
PRÁCE:	Bakalářská práce		
NÁZEV:	Vyztužování betonových konstrukcí sítěmi a prostorovou výztuží		
VÝKRES:	Horní výztuž desky - Varianta 1		



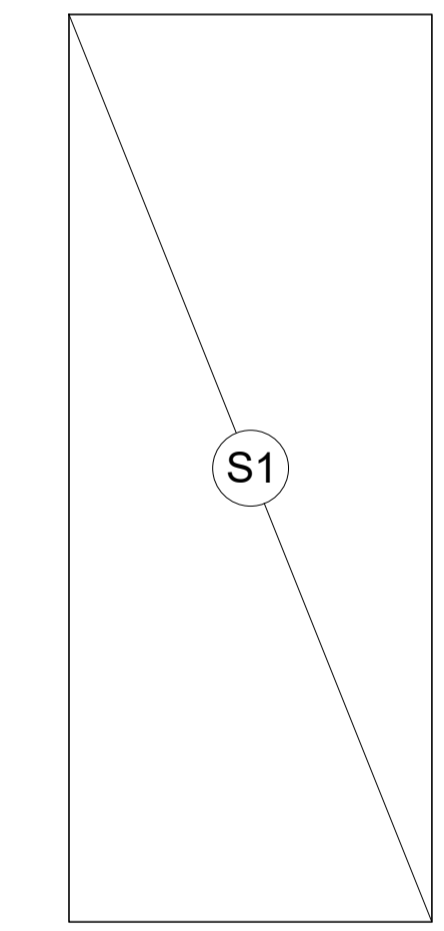
VS1 12x výkresová síť
6500 mm x 2700 mm



Položka	Rozměr		Hmotnost		Průměr prutu		Počet drátů v síti				Rozteč prutů		Přesahy prutů	
	délka [mm]	šířka [mm]	1 m ² [kg]	1 m ² [kg]	podélný [mm]	příčný [mm]	podélný [mm]	příčný [mm]	podélný [mm]	příčný [mm]	podélný [mm]	příčný [mm]	podélný [mm]	příčný [mm]
VS1	6500	2700	186,4	10,62	10	10	22	59	100	100	50/650	50/550		



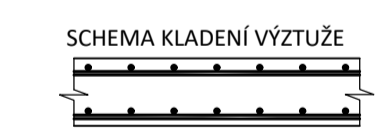
S1 16x KZ100
6000 mm x 2400 mm



TABULKA SÍTI						
Položka	Typ sítě	Rozměr [mm]	ks	Plocha [m ²]	Celková plocha [m ²]	Celková hmotnost [kg]
S1	KZ100	6000x2400	16	14,4	230,4	2845,4
VS1	výkresová	6500x2700	12	17,55	210,6	2236,4
Plocha celkem [m ²]					441,0	
Hmotnost celkem [kg]					5081,9	

31 Ø10 l = 5750 mm

VÝKAZ VÝZTUŽE				
Pol	Ø [mm]	Délka [mm]	ks	8500B
1	10	5750	31	178,25
Celková délka [m]				178,3
Celková hmotnost [kg]				110,5



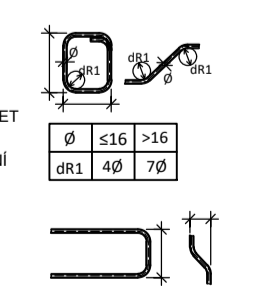
KOTEVNÍ A PŘESAHOVÉ DÉLKY SÍTI					
podmínky	Ø [mm]	6	8	10	12
dobře	ls,eq [mm]	170	230	290	340
	ls [mm]	260	340	430	510
ostatní	ls,eq [mm]	250	330	410	490
	ls [mm]	370	490	610	730

POZNÁMKY
 • V MÍSTĚ PROSTUPU VÝZTUŽ PRÁZDUSOUBIT (rozřeznout nebo rozřezat)
 • KROVÍ VŘEŠTVA VÝZTUŽE: TRÁMÍ 50 mm
 DESKA 25 mm

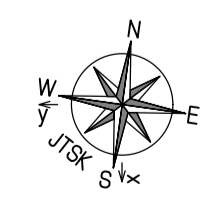
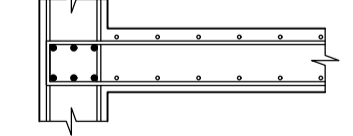
MATERIÁLY
 • BETON C25/30 - XC1
 • OCEL S500B

OHYBY VÝZTUŽE
 PŘI OHYBÁNÍ VÝZTUŽE JE NEJNÍŽE DOORŽET
 USTANOVENÍ ČSN EN 1992-1-1 ČL. 8.3 -
 PŘÍPUSTNÉ VNITŘNÍ PRUMĚRY ZAKRVENÍ
 PŘI OHYBÁNÍ PRUTU

KÓTOVÁNÍ VÝZTUŽE
 PŘI OHYBÁNÍ KÓTOVÁNÍ VNĚŠNÍ ROZMĚR

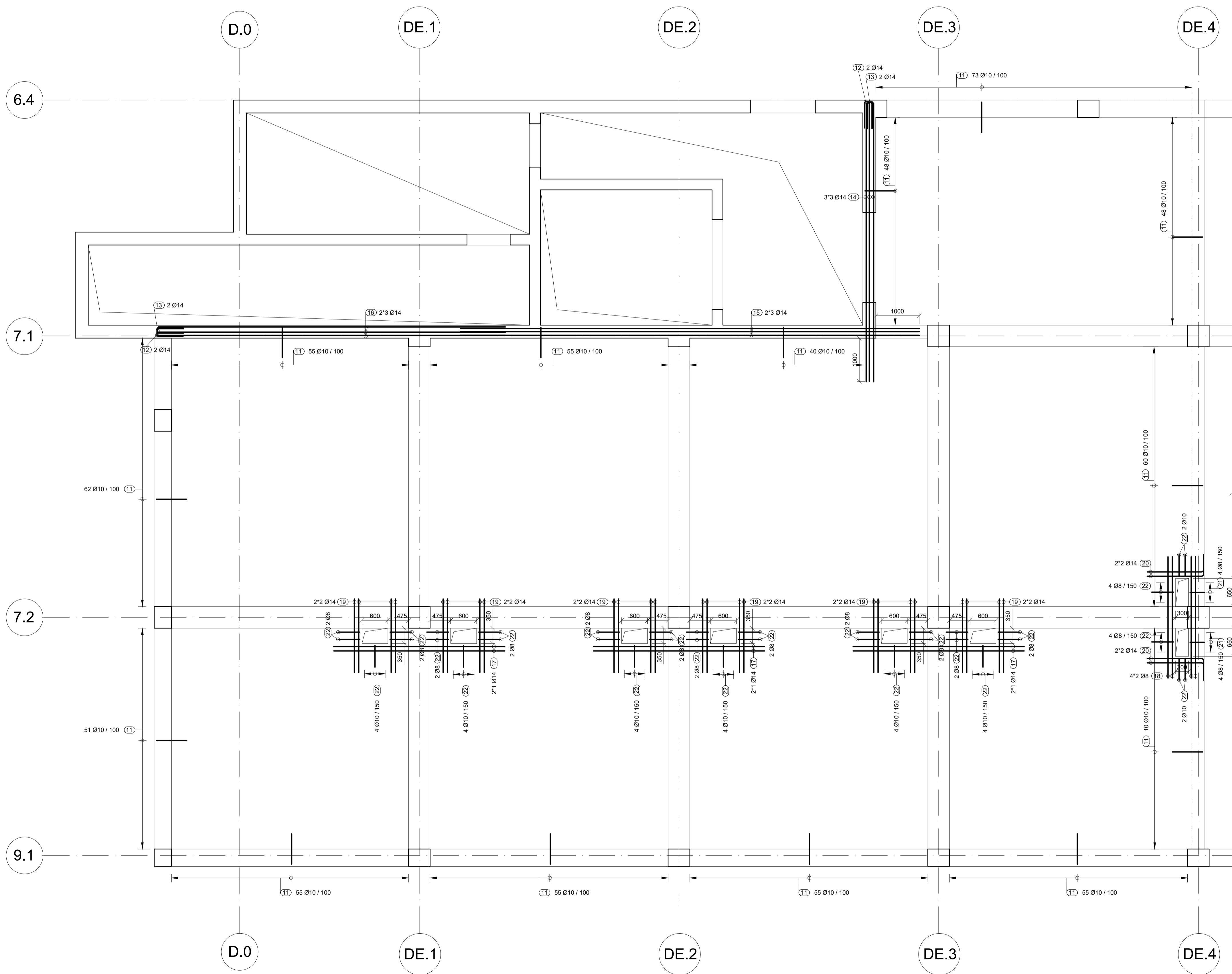


VYVÁŽENÍ STĚN
 STĚNA TLOUŠŤKY 300 mm



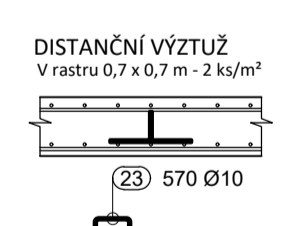
s0.000+340,10mm.n. VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bp
 SOUŘADNÝ SYSTÉM S-JTSK

FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE			
KATEDRA:	Katedra betonových a zděných konstrukcí	ČÍSLO VÝKRESU:	D.V2.1
VYPRACOVAL:	Miroslava Chovanová		
VEDOUcí PRÁCE:	Doc. Ing. Jitka Vašková CSc.	MĚŘÍTKO:	1:50
PRÁČE:	Bakalářská práce	DATUM:	09.05.2022
NÁZEV:	Vyztužování betonových konstrukcí sítěmi a prostorovou výztuží		
VÝKRES:	Dolní výztuž desky - Varianta 2		



- 11 32 Ø10 l = 1550 mm
- 12 4 Ø14 l = 1370 mm
- 13 4 Ø14 l = 1280 mm
- 14 9 Ø14 l = 6430 mm
- 15 6 Ø14 l = 10600 mm
- 16 6 Ø14 l = 8020 mm
- 17 12 Ø14 l = 3950 mm
- 18 8 Ø8 l = 2800 mm
- 19 48 Ø14 l = 1700 mm
- 20 8 Ø14 l = 1670 mm
- 21 8 Ø8 l = 1120 mm
- 22 36 Ø8 l = 1120 mm
- 23 570 Ø10 l = 1050 mm

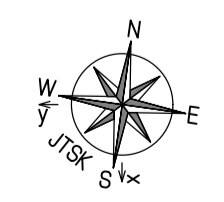
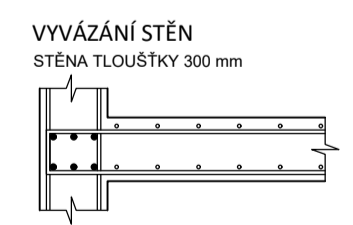
VÝKAZ VÝZTUŽE					
Pol	Ø [mm]	Délka [mm]	Ks	B500B	
				8	14
11	10	1550	32		49,6
12	14	1370	4		5,48
13	14	1280	4		5,12
14	14	6430	9		57,87
15	14	10600	6		63,6
16	14	8020	6		48,12
17	14	3950	12		47,4
18	8	2800	8	22,4	
19	14	1700	48		81,6
20	14	1670	8		13,36
21	8	1120	8	8,96	
22	8	1120	36	40,32	
23	10	1050	570		58,5
Celková délka [m]				71,7	648,1
Hmotnost [kg]				28,7	401,8
Celková hmotnost [kg]					820,8



- POZNÁMKY**
- V MÍSTĚ PROSTUPU VÝZTUŽ PŘEZPUŠTIT (rozřeznout nebo rozřezat)
 - KRYVÍ Vrstva VÝZTUŽE: TRÁMY 30 mm, DESKA 25 mm

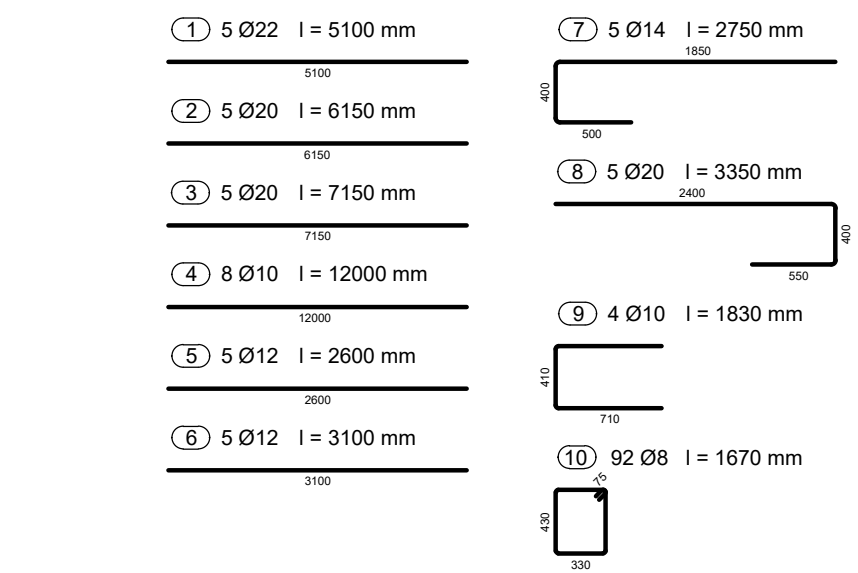
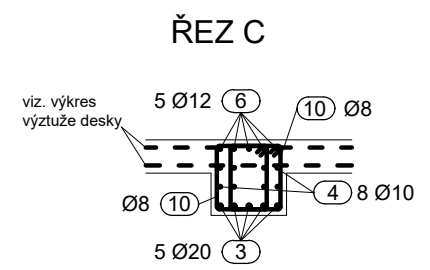
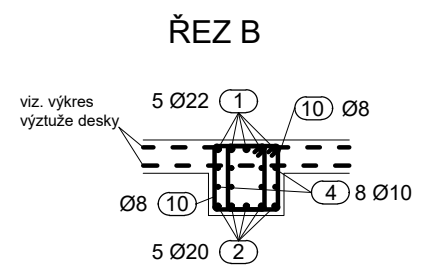
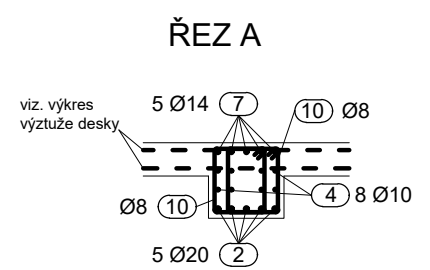
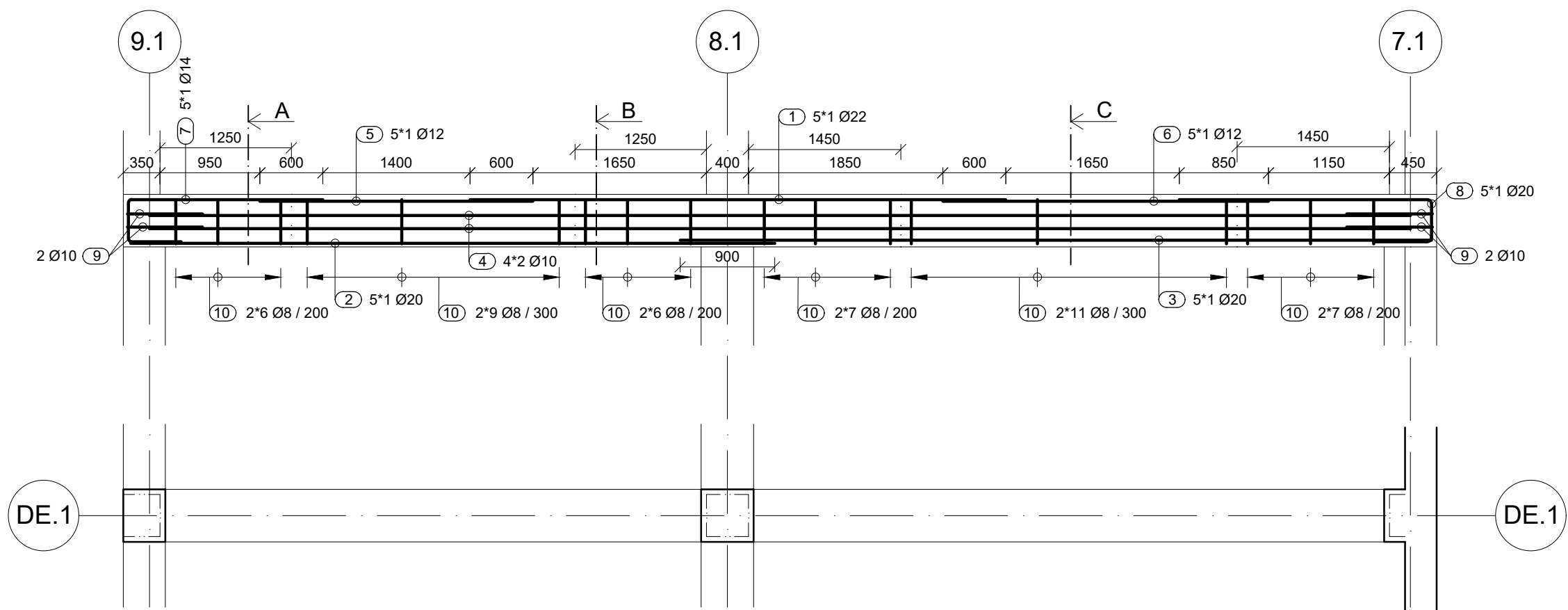
- MATERIÁLY**
- BEŤON C25/30 - XC1
 - OCEĽ B500B
- OHYBY VÝZTUŽE**
PŘI OHYBÁNÍ VÝZTUŽE SE NEJNÍŽE DOORŽEŤ
USTANOVENÍ ČSN EN 1992-1-1 ČL. 8.3 -
PŘÍPUSTNÉ VNITŘNÍ PRŮMĚRY ZAKRŮVENÍ
PŘI OHYBÁNÍ PŘÍZTU
- | | | |
|-----|-----|-----|
| Ø | s16 | >16 |
| dř1 | 40 | 70 |

- KÓTOVÁNÍ VÝZTUŽE**
PŘI OHYBÁNÍ KÓTOVÁNÍ VNĚJŠÍ ROZMĚR
-



s0.000+340,10mm.n. VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bp
SOUDRADNÝ SYSTÉM S-JTSK

FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE			
KATEDRA:	Katedra betonových a zdivných konstrukcí		
VYPRACOVAL:	Miroslava Chovanová		
VEDOUČÍ PRÁCE:	Doc. Ing. Jitka Vašková CSc.		
PRÁČE:	Bakalářská práce	ČÍSLO VÝKRESU:	D.V2.3
NÁZEV:	Vyztužování betonových konstrukcí sítěmi a prostorovou výztuží	MĚŘÍTKO:	1:50
VÝKRES:	Lemovací a přidavná výztuž desky - Varianta 2	DATUM:	09.05.2022



VÝKAZ VÝZTUŽE										
Pol	Ø [mm]	Délka [mm]	Ks	B500B						
				8	10	12	14	20	22	
1	22	5100	5						25,5	
2	20	6150	5					30,8		
3	20	7150	5					35,8		
4	10	12000	8	96,0						
5	12	2600	5			13,0				
6	12	3100	5			15,5				
7	14	2750	5				13,8			
8	20	3350	5					16,8		
9	10	1830	4	7,3						
10	8	1670	92	153,6						
Celková délka [m]				153,6	103,3	28,5	13,8	83,3	25,5	
Hmotnost [kg]				61,5	64,1	25,4	16,6	205,6	76,0	
Celková hmotnost [kg]				449,1						

POZNÁMKY

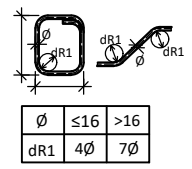
- V MÍSTĚ PROSTUPŮ VÝZTUŽ PŘIZPŮSOBIT (roztrhnout nebo roztříhnout)
- KRYCÍ VRSTVA VÝZTUŽE: TRÁMY 35 mm
DESKA 25 mm

MATERIÁLY

- BETON C25/30 - XC1
- OCEL B500B

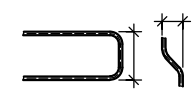
OHYBY VÝZTUŽE

PŘI OHÝBÁNÍ VÝZTUŽE JE NUTNÉ DODRŽET USTANOVENÍ ČSN EN 1992-1-1 ČL. 8.3 - PŘÍPUSTNÉ VNITŘNÍ PRŮMĚRY ZAKŘIVENÍ PŘI OHÝBÁNÍ PRUTŮ

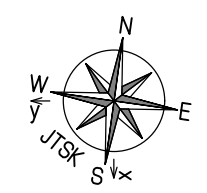


KÓTOVÁNÍ VÝZTUŽE

PŘI OHÝBÁNÍ KÓTOVÁN VNĚJŠÍ ROZMĚR

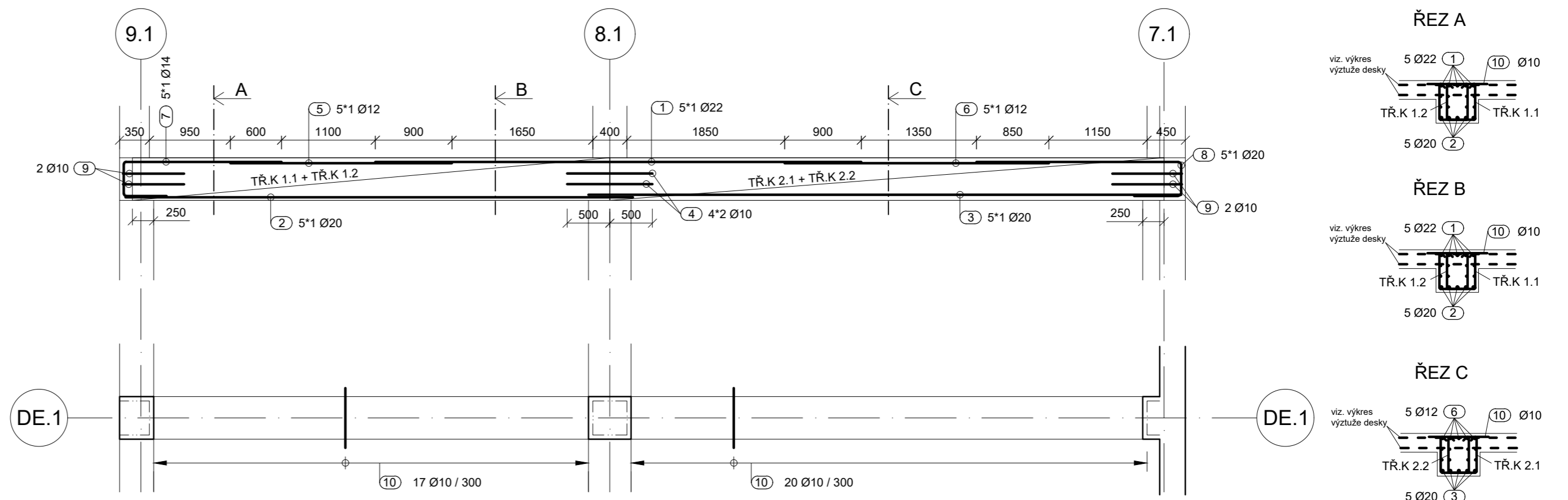


±0,000=340,10mn.m. VÝŠKOVÝ SYTÉM Bpv
SOUŘADNÝ SYSTÉM S-JTSK



FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE			
KATEDRA:	Katedra betonových a zděných konstrukcí		
VYPRACOVAL:	Miroslava Chovanová		
VEDOUcí PRÁCE:	Doc. Ing. Jitka Vašková CSc.		
PRÁCE:	Bakalářská práce	ČÍSLO VÝKRESU:	P.V1.1
NÁZEV:	Vyztužování betonových konstrukcí sítěmi a prostorovou výztuží	MĚŘÍTKO:	1:50
VÝKRES:	Výztuž průvlaku - Varianta 1	DATUM:	05.05.2022



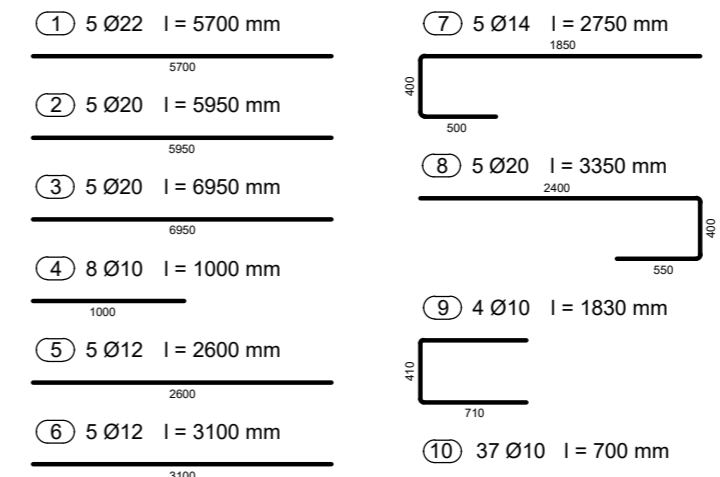


VÝKAZ VÝZTUŽE - TŘ.K 1.1					
Pol	Ø [mm]	Délka [mm]	Ks	B500B	
				8	10
1	8	1430	21	30,03	
2	10	5600	4		22,4
Celková délka [m]				30,0	22,4
Hmotnost [kg]				12,0	13,9
Celková hmotnost [kg]				25,9	

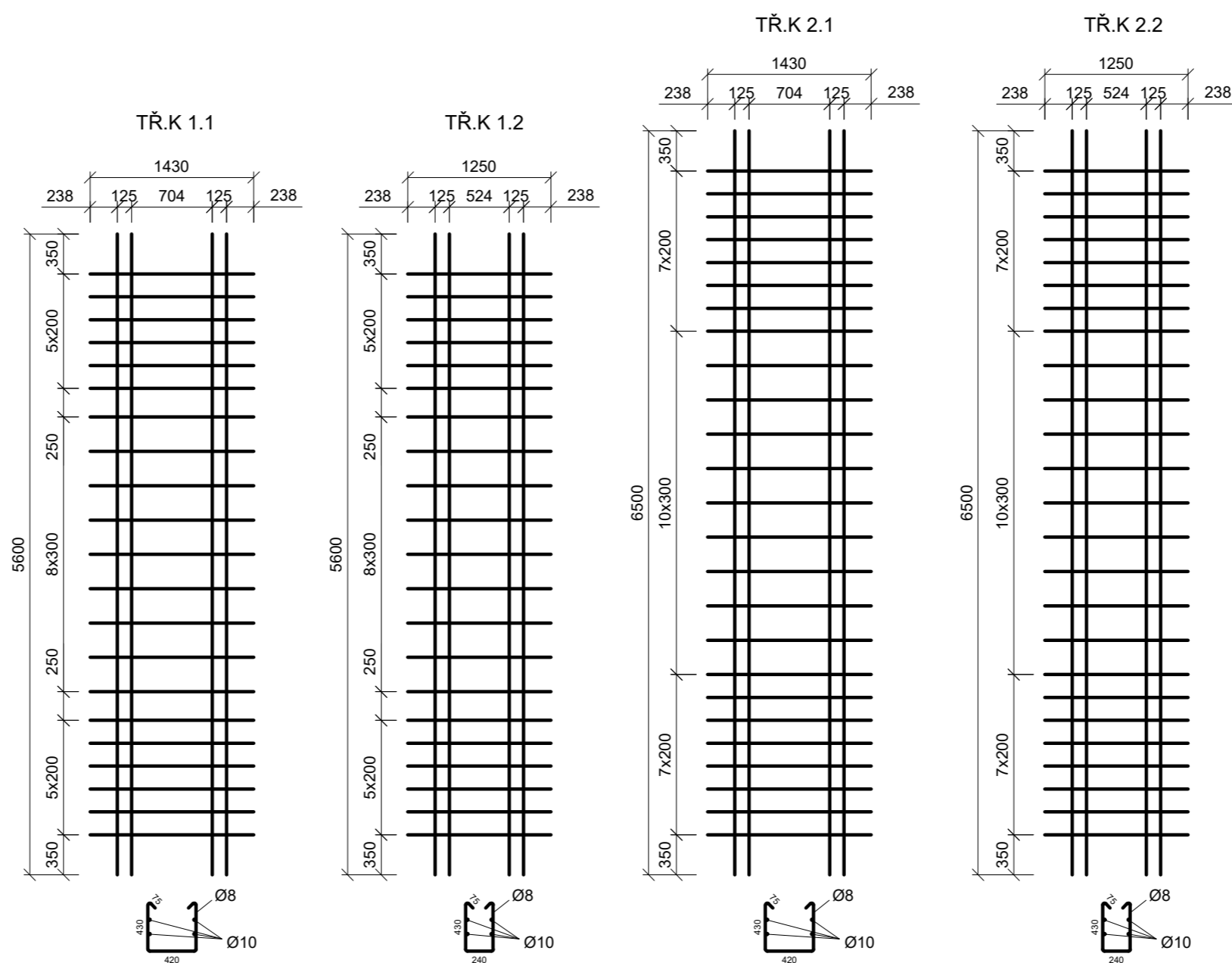
VÝKAZ VÝZTUŽE - TŘ.K 1.2					
Pol	Ø [mm]	Délka [mm]	Ks	B500B	
				8	10
1	8	1250	21	26,25	
2	10	5600	4		22,4
Celková délka [m]				26,3	22,4
Hmotnost [kg]				10,5	13,9
Celková hmotnost [kg]				24,4	

VÝKAZ VÝZTUŽE - TŘ.K 2.1					
Pol	Ø [mm]	Délka [mm]	Ks	B500B	
				8	10
1	8	1430	25	35,75	
2	10	5600	4		22,4
Celková délka [m]				35,8	22,4
Hmotnost [kg]				14,3	13,9
Celková hmotnost [kg]				28,2	

VÝKAZ VÝZTUŽE - TŘ.K 2.2					
Pol	Ø [mm]	Délka [mm]	Ks	B500B	
				8	10
1	8	1250	25	31,25	
2	10	5600	4		22,4
Celková délka [m]				31,3	22,4
Hmotnost [kg]				12,5	13,9
Celková hmotnost [kg]				26,4	



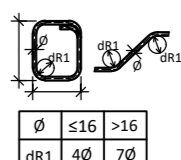
VÝKAZ VÝZTUŽE							
Pol	Ø [mm]	Délka [mm]	Ks	B500B			
				10	12	22	
1	22	5100	5			25,5	
2	20	6150	5			30,8	
3	20	7150	5			35,8	
4	10	12000	8	96,0			
5	12	2600	5		13,0		
6	12	3100	5		15,5		
7	14	2750	5			13,8	
8	20	3350	5			16,8	
9	10	1830	4	7,3			
10	10	700	37	25,9			
Celková délka [m]				129,2	28,5	13,8	83,3
Hmotnost [kg]				80,1	25,4	16,6	205,6
Celková hmotnost [kg]							76,0



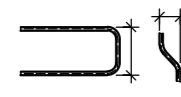
- POZNÁMKY**
- V MÍSTĚ PROSTUPŮ VÝZTUŽ PRÍZPŮSOBIT (roztrhnout nebo rozříznout)
 - KRYCÍ VRSTVA VÝZTUŽE: TRÁMY 35 mm, DESKA 25 mm

- MATERIÁLY**
- BETON C25/30 - XC1
 - OCEL B500B

OHYBY VÝZTUŽE
 PŘI OHYBÁNÍ VÝZTUŽE JE NUTNÉ DODRŽET USTANOVENÍ ČSN EN 1992-1-1 ČL. 8.3 - PŘÍPUSTNÉ VNITŘNÍ PRŮMĚRY ZAKRÍVENÍ PŘI OHYBÁNÍ PRUTŮ

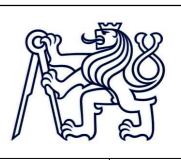


KÓTOVÁNÍ VÝZTUŽE
 PŘI OHYBÁNÍ KÓTOVÁN VNĚJŠÍ ROZMĚR



±0,000=340,10m.m. VÝŠKOVÝ SYTEM Bpv
 SOUŘADNÝ SYSTÉM S-JTSK



FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE			
KATEDRA:	Katedra betonových a zděných konstrukcí		ČÍSLO VÝKRESU: P.V2.1
VYPRACOVAL:	Miroslava Chovanová		
VEDOUČÍ PRÁCE:	Doc. Ing. Jitka Vašková CSc.		
PRÁČE:	Bakalářská práce	MĚŘÍTKO:	1:50
NÁZEV:	Výztužování betonových konstrukcí sítěmi a prostorovou výztuží	DATUM:	09.05.2022
VÝKRES:	Výztuž průvlastku - Varianta 2		