

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
KATEDRA MECHANIKY - ODDĚLENÍ STAVITELSTVÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh objektu a zpracování projektové dokumentace

–

Objekt gymnasia

Vypracovala:

Klára Ludínová

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod odborným vedením pana Ing. Luďka Vejvary, Ph.D a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Mirošově dne 29. 05. 2013

.....

Klára Ludínová

Poděkování

Ráda bych poděkovala panu Ing. Ludčkovi Vejvarovi, Ph.D. za jeho vstřícnost a ochotu, poskytnutí cenných rad a znalostí při tvorbě této bakalářské práce. Dále bych poděkovala všem, kteří mě během mého studia podporovali.

V Mirošově dne 29. 05. 2013

Klára Ludínová

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá řešením novostavby gymnasia v Plzni na Borech.

Objekt je čtyřpodlažní a bude se v něm nacházet celkem 18 klasických tříd, 13 odborných učeben a knihovna se studovnou. Půdorysně je budova řešena ve tvaru písmena H. Prostory tříd se nacházejí v postraních křídlech objektu, středová část je vyhrazena pro administrativu školy a kabinety pedagogů.

Objekt je rozdělen na tři dilatační celky. Nosnou konstrukcí objektu je železobetonový monolitický skelet. Obvodový plášť tvoří prosklená fasáda doplněna o zastíňující fasádu z otočných skleněných lamel.

Práce je zaměřena na statický návrh a posouzení nosné konstrukce jednoho dilatačního celku stavby. Posuzované nosné prvky jsou spojitá stropní deska nad 1. NP, průvlak nad 1. NP v příčném směru dilatačního celku a vnitřní sloup a základová patka.

Dále je pak zpracována zjednodušené výkresová dokumentace a technické zprávy pro stavební povolení.

Klíčová slova:

Železobeton, prosklená fasáda, stropní deska, průvlak, sloup

Annotation

This Bachelor's thesis provides technical documents for the construction of a gymnasium in Plzeň in Bory. The building has four floors and comprises 18 standard classrooms, 13 technical classrooms and the library with a study room. The ground plan has the shape of letter H. The classrooms are placed in the wings of the building and school administration bodies and staff rooms in the central part.

The building is divided into dilatation joints. The load-bearing structure is a reinforced concrete monolithic body structure. The building envelope is formed of a glass cladding, which is surrounded by glass louvres, each with a turning area of 360°.

The main aim of the thesis is the static calculation and analysis of one of the wings of the load-bearing structure. The analysed bearing elements are the continuous slab over the ground floor, the girder over the ground floor in the diagonal direction of the dilatation joints and an internal column.

Furthermore, the construction drawings and technical reports have been processed.

Key words:

reinforced concrete, glass cladding, slab, girder, column

OBSAH

1. ÚVOD	1
2. PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE	3
A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA	4
B. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA	15
C. SITUAČNÍ VÝKRESY	39
D. DOKUMENTACE OBJEKTU	42
E. DOKLADOVÁ ČÁST	61
3. STATICKÝ VÝPOČET	64
4. ZÁVĚR	237
5. SEZNAM PŘÍLOH	238
6. SEZNAM POUŽITÝCH A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	239

1. ÚVOD

Tato práce se zabývá novostavbou gymnasia v Kaplířově ulici v Plzni na Borech. Po dohodě s vedoucím práce je bakalářská práce orientována na statické řešení konstrukce. Navrhovány byly hlavní prvky jedné sekce objektu.

Nosná konstrukce navrhovaného objektu je monolitický železobetonový skelet s obousměrnými rámy. Vzhledem ke své velikosti je objekt rozdělen na tři dilatační celky. Budova má čtyři nadzemní podlaží a je zastřešena jednoplášťovou plochou střechou. Stropní konstrukcí tvoří spojitá obousměrně pnutá deska. Stabilita objektu je zajištěna ztužujícím jádrem a ztužujícími stěnami.

Půdorys objektu je ve tvaru písmena H. Kapacita gymnasia je 18 klasických tříd a 13 odborných učeben. Při návrhu uspořádání jednotlivých pater byl brán zřetel na přehledné rozdělení prostoru, tak aby byl umožněn logický pohyb po budově a aby byly jasně definované jednotlivé zóny gymnasia – studijní, administrativní, zázemí pedagogů, reprezentativní prostory, prostory pro odborné předměty, technické a sociální zázemí, atd.

Celá stavba a okolní prostranství je navrženo v maximálně možné míře pro pohyb osob s omezenou schopností pohybu

Architektonickým prvkem budovy je její fasáda. Ta je převážně tvořena proskleným pláštěm z hliníkových profilů. Ve 2., 3. a 4. NP je doplněna o zastíňující systém z otočných skleněných vertikálních lamel. Právě díky jejich pohyblivosti není fasáda jen dalším statickým prvkem, ale umožňuje určitou míru proměny vzhledu stavby během dne. Další výhodou skleněných lamel je i možnost zabudování fotovoltaických článků. Dvě ze stran, na kterých je zastíňující fasáda, jsou obrácené na JV a JZ, budova by se tedy mohla stát z velké části energeticky soběstačnou. Zbylé části obvodového pláště budou mít povrchovou úpravu s imitací betonu. Okolo celé stavby jsou plánované sadové úpravy s vzrostlou vegetací. Díky zrcadlení na fasádě bude zmírněn kontrast s okolní zástavbou.

Zaměření bakalářské práce je na statické řešení stavby, které se zabývá návrhem a posouzením stropní desky a průvlatku nad 1.NP, vnitřním sloupem a základovou patkou.

Výpočtový model konstrukce, na kterém byly stanoveny dimenzační vnitřní síly, byl proveden v programu RFEM4 jako 2D. Kromě mezního stavu únosnosti jsou řešeny i mezní stavy použitelnosti omezení napětí, vzniku trhlin a přetvoření.

Průběh vypracování bakalářské práce měl tři hlavní fáze. Nejprve jsem vypracovala celkovou studii stavby. Vytvořila jsem půdorysy stavby s rozmístěním místností, stanovila osovou vzdálenost nosných sloupů, umístění ztužujícího jádra a ztužujících stěn, stanovila konstrukční výšku, hloubku založení objektu, skladbu hlavních konstrukcí a uchycení obvodového pláště. V další části jsem navrhla a posoudila dimenze hlavních nosných prvků. V poslední části jsem vypracovala zjednodušenou dokumentaci pro stavební povolení.

2. PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

TECHNICKÉ ZPRÁVY

A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ

Gymnasium

Plzeň - Bory

OBSAH:

- A. Průvodní zpráva
 - A.1. Identifikační údaje
 - A.1.1. Údaje o stavbě
 - A.1.2. Údaje o stavebníkovi
 - A.1.3. Údaje o zpracovateli projektové dokumentace
 - A.2. Seznam vstupních podkladů
 - A.3. Údaje o území
 - A.4. Údaje o stavbě
 - A.5. Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

A.1. Identifikační údaje

A.1.1. Údaje o stavbě

a) název stavby

Eulerovo gymnasium – všeobecná čtyřleté a osmileté

Druh stavby: novostavba výukového zařízení, trvalého charakteru

b) místo stavby

adresa: Kaplířova, Bory - Plzeň 321 00

katastrální území: Plzeň č. 721981

parcelní čísla pozemků: 8320/36

c) předmět projektové dokumentace

Záměrem investora a obsahem předkládané projektové dokumentace ke stavebnímu povolení je výstavba budovy gymnasia. Objekt je čtyřpodlažní nepodsklepený s celkovou kapacitou pro 540 studentů. Objekt je zastřešen jednoplášťovou plochou střechou. Zástavba v daném území je pro daný účel vhodná jak svým obsahem, tak architektonickým výrazem.

Budova školní jídelny a sadové úpravy v areálu nejsou předmětem této projektové dokumentace.

A.1.2. Údaje o stavebníkovi**Investor:**

Ing. Petr Kozlík,

Olšanská 42, 321 00

Plzeň

Tel.: 776 552 389

Email: kozlikpetr@seznam.cz

A.1.3. Údaje o zpracovateli projektové dokumentace**Architekt projektu:**

Klára Ludínová

Zahradní 507, Mirošov 338 43

k.ludinova@seznam.cz

Zodpovědný projektant:

Klára Ludínová

Zahradní 507, Mirošov 338 43

k.ludinova@seznam.cz

Stavebně statická část:

Klára Ludínová

Zahradní 507, Mirošov 338 43

k.ludinova@seznam.cz

A.2. Seznam vstupních podkladů

Veškeré nutné podklady pro vytvoření této projektové dokumentace byly dodány investorem.

Jednalo se zejména o:

- územní rozhodnutí vč. projektu pro územní rozhodnutí
- digitální mapový podklad – katastrální mapy
- terénní průzkum, geologický a hydrogeologický průzkum
- radonový průzkum
- Geodetické zaměření pozemku a objektu
- objednávka investora a smlouva o dílo
- architektonická studie

A.3. Údaje o území

a) rozsah řešeného území

Stavební pozemek stavby se nachází v Kaplířově ulici na Borech v Plzni. Parcelní číslo pozemku je 8320/36. Celková plocha parcely je 21 885 m².

Celý pozemek byl odkoupen od InterCora – Bory, s.r.o. Lochotínská 1108/18, Severní předměstí, 30100 Plzeň. Současným majitelem je tedy Ing. Petr Kozlík a veškeré majetkové právní vztahy jsou vyřešeny.

Plocha stavebního pozemku určena na výstavbu gymnasia a školní jídelny má celkovou výměru 12 244 m². Na zbylé části pozemku se do budoucna počítá s výstavbou sportovního areálu školy.

Stavební pozemek nebyl doposud využíván ke stavebním účelům a je nezastavěný s charakterem nezpevněných ploch. Pozemek je rovinný.

Situační umístění stavby je vyznačeno v celkové situaci stavby.

b) údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů

Pozemky pro výstavbu se nenacházejí v pásmu Městské památkové rezervace. Pozemky se nenacházejí v zátopovém území. Na pozemku se nenachází žádné pásmo hygienické či vodohospodářské ochrany. Pozemky nespádají do půdního fondu. Rovněž se zde nenachází ochranné pásmo lesa, chráněného území ani významného krajinného prvku.

c) údaje o odtokových poměrech

Na základě místního šetření na staveništi lze konstatovat, že realizace stavby gymnasia, její následné využívání a realizované terénní úpravy nemůžou ovlivnit odtokové poměry takovým způsobem, aby došlo k ohrožení okolní zástavby a zaplavení sousedních pozemků srážkovou vodou.

Upravený terén bude navazovat na stávající výškovou úroveň okolních pozemků.

Odvodnění nových zpevněných ploch (střech a komunikací) – je realizováno novou oddílnou kanalizací.

d) údaje o souladu s územně plánovací dokumentací

Územní plán města Plzně schválený Zastupitelstvem města Plzně 10/1995 a jeho změny a doplňky určují pro dotčené území tyto funkce: SM – smíšené území městské.

Bylo vydáno územní rozhodnutí o povolení výstavby budovy gymnasia

e) údaje o souladu s územním rozhodnutím

Bylo vydáno územní rozhodnutí o povolení výstavby budovy gymnasia a projektová dokumentace je v souladu s územním rozhodnutím.

f) údaje o dodržení obecných požadavků na využití území

Projektová dokumentace je navržena v souladu se Zákonem č. 350/2012 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) platný od 1. 1. 2013, Vyhláškou ministerstva pro místní rozvoj č. 268/2009 Sb., Vyhláškou č. 499/2006 Sb. přílohy č. 1 o dokumentaci staveb, Vyhláškou č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území, Vyhláškou č. 269/2009 a dále v souladu s platnými ČSN a Vyhláškou č. 398/2009 Sb. o obecných požadavcích zabezpečující bezbariérové užívání stavby.

Práce na objektu se budou řídit vyhláškou Českého úřadu bezpečnosti práce.

g) údaje o splnění požadavků dotčených orgánů

Případné požadavky dotčených orgánů, které vzniknou z projednávání dokumentace, budou dodatečně zpracovány do projektové dokumentace ještě před podáním žádosti o stavební povolení.

h) seznam výjimek a úlevových řešení

Ve vztahu k projektu nebyly žádné výjimky a úlevy řešeny.

i) seznam souvisejících a podmiňujících investic

Jedna se o projektovou dokumentace napojení dopravní infrastruktury na stávající silnici druhé třídy v Kapliřově ulici a část zpevněných ploch a zón pro pěší vázaných na stávající chodník pro pěší.

j) seznam pozemků a staveb dotčených prováděním stavby (podle katastru nemovitostí)

seznam sousedních pozemků:

Parcelní číslo:	Vlastníci:	
8320/1	InterCora – Bory, s.r.o.	Lochotínská 1108/8, Severní Předměstí, 30100 Plzeň
8320/42	Statutární město Plzeň	náměstí Republiky 1/1, Vnitřní Město, 30632 Plzeň
8320/42	OSVĚTLENÍ, spol. s.r.o.	Boettingeorva, Jižní předměstí, 30100 Plzeň
8414/98	Správa státních hmotných rezerv	Šeříkova 616/1, Malá Strana, 15085, Praha 5

A.4. Údaje o stavbě

a) nová stavba nebo změna dokončené stavby

Jedná se o novostavbu.

b) účel užívání stavby

výukové zařízení - gymnasium

c) trvalá nebo dočasná stavba

Stavba je navržena a bude využívána jako stavba s trvalým charakterem.

d) údaje o ochraně stavby podle jiných předpisů

Nevztahuje se k danému projektu.

e) údaje o dodržení technický požadavků na stavby a obecných technických požadavků zabezpečující bezbariérové využívání staveb

Dané řešení stavby upřednostňuje v maximální míře bezbariérový pohyb v celém prostoru. Je řešena i návaznost na prostranství a navazující komunikace.

Vstup do objektu je zajištěn rampou v opatřenou potřebným zábradlím. Sklon rampy je 1/16 a šířka 1500mm. Všechny dveře v budově, kromě toalet, jsou minimální šířky 800mm. Sociální zařízení pro osoby se sníženou schopností pohybu jsou řešeny samostatně a na každém patře se nachází dvakrát.

Vešker výtahy v budově jsou s provozem pro tělesně postižené, mají samočinné otevírání dveří a ovládací panel přizpůsobeným pro potřeby těchto osob. Všechny zařízení a prostory v objektu jsou projektovány dle příslušných ČSN s přihlédnutím k co nejsnazšímu pohybu a ovládání zařízení těmito osobami, aby nebyl nijak omezený jejich pohyb a možnost vykonávat pracovní činnost.

f) údaje o dodržení technických požadavků dotčených orgánů a požadavků vyplývajících z jiných právních předpisů

Případné požadavky dotčených orgánů, které vzniknou z projednávání dokumentace, budou dodatečně zpracovány do projektové dokumentace ještě před podání žádosti o stavební povolení.

g) seznam výjimek a úlevových řešení

Ve vztahu k projektu nebyly žádné výjimky a úlevy řešeny.

h) návrhové kapacity stavby (zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti, počet uživatelů/pracovníků apod.)

celková plocha pozemku – obestavěný prostor: 12 244 m²

celková zastavěná plocha pozemku: 2 600m²

- z toho budova gymnázia $2\,195\text{ m}^2$, budova školní jídelny 405 m^2

plocha parkovišť a komunikace: $1\,654\text{ m}^2$

počet parkovacích míst: 23

plocha chodníků a dalších zpevněných ploch: 843 m^2

plocha zeleně a sadových úprav: $7\,147\text{ m}^2$

Celková podlahová plocha gymnázia (1.NP – 4.NP): $56\,517\text{ m}^2$

18 klasických tříd, 13 odborných učeben

Kapacita 540 studentů

i) základní bilance stavby (potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí, třída energetické náročnosti budovy)

Vzhledem k rozsahu bakalářské práce tato část projektové dokumentace není řešena.

K projektové dokumentaci by byly přiloženy přílohy se stanovením výkonové bilance elektrické energie, výkonové bilance tepelné energie, energetický štítek budovy, celková spotřeba vody, odborný odhad množství splaškových a dešťových vod. Vše zpracováno osobou s potřebnou autorizací.

j) základní předpoklad výstavby (časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy)

Výstavba bude provedena v jedné etapě. V první fázi proběhne samotná výstavba budovy gymnasia a školní jídelny, v druhé fázi bude provedeno finální zpevnění ploch a sadové úpravy v areálu.

Předpokládané zahájení výstavby je stanoveno pro duben 2014, ukončení pak pro květen 2016. Předpokládaná doba výstavby jsou tedy 2 roky.

k) orientační náklady stavby

Orientační ceny stavby gymnasia byla stanovena na 479 050 280 Kč.

A.5. Členění stavby na objekty a technologická zařízení

Stavba je řešena jako jeden stavební objekt.

B. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ

Gymnasium

Plzeň - Bory

OBSAH:

- B. Souhrnná technická zpráva
 - B.1. Popis území stavby
 - B.2. Celkový popis stavby
 - B.2.1. Účel užívání stavby, základní kapacita funkčních jednotek
 - B.2.2. Celkové urbanistické a architektonické řešení
 - B.2.3. Celkové provozní řešení, technologie výroby
 - B.2.4. Bezbariérové užívání stavby
 - B.2.5. Bezpečnost při užívání stavby
 - B.2.6. Základní charakteristika objektů
 - B.2.7. Základní charakteristika technických a technologických zařízení
 - B.2.8. Požárně bezpečnostní řešení
 - B.2.9. Zásady hospodaření s energiemi
 - B.2.10. Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí
 - B.2.11. Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí
 - B.3. Připojení na technickou infrastrukturu
 - B.4. Dopravní řešení
 - B.5. Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav
 - B.6. Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana
 - B.7. Ochrana obyvatelstva
 - B.8. Zásady organizace výstavby

B. SOUHRNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

B.1. Popis území stavby

a) charakteristika stavebního pozemku

Poloha pozemku v obci a zdůvodnění výběru pozemku:

Pozemek byl vybrán kvůli své poloze v klidnější části měště, pro snadnou dopravní dostupnost z centra a v návaznosti na zástavbu v okolí (v blízkosti školy se nachází vysokoškolský areál ZČU a hotelová střední škola).

Dotčené území se nachází v Kaplířově ulici na Borech v Plzni blízko Klatovské třídy. Ze severu sousedí s prodejnou Kaufland, při celé jižní straně pozemku vede komunikace druhé třídy Kaplířovy ulice. Na západní straně se pak nachází městská zeleň, na východní straně občanská zástavba.

Stavební pozemek nebyl doposud využíván ke stavebním účelům a je nezastavěný s charakterem nezpevněných ploch. Pozemek je rovinatý. Vzrostlá zeleň se nachází pouze při jižní hranici pozemku a jedná se o křoviny

Situační umístění stavby na pozemku a napojení na dopravní infrastrukturu je vyznačeno v celkové situaci stavby.

Parcelní číslo pozemku je 8320/36. Plocha stavebního pozemku určena na výstavbu gymnasia a školní jídelny a má celkovou výměru 12 244 m².

Způsob využití zapsaný v katastru nemovitostí je *jiná plocha* a druh pozemku – *ostatní plocha*.

K pozemku nejsou evidovány žádné způsoby ochrany, parcela nemá evidované BPEJ, k pozemku se vztahuje věcné břemeno zřizování a vedení. Vede zde telekomunikační kabel O₂.

Podle územního plánu je to území s funkcí SM – smíšené území městské.

b) výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů (geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod.)

Geomorfologické, klimatické a seizmické poměry:

Podle regionálního členění reliéfu patří zájmové území do Plzeňské pahorkatiny Poberounské subprovincie.

Z klimatického hlediska se území řadí do tepelné oblasti MT4 s ročním úhrnem srážek od 500 do 600 mm.

Maximální očekávaná intenzita zemětřesení (dle stupnice MSK-6) je 5. stupně.

Geologické a hydrogeologické poměry:

Provedenými inženýrsko-geologickými průzkumnými pracemi byly v prostoru projektované výstavby gymnasia v lokalitě Kaplířovy ulice zjištěny jednoduché základové poměry.

Převažují zde štěrkovité zeminy s malým obsahem jemné (jílovité) frakce a lze je zařadit do třídy G3.

Hladina podzemní vody byla v zájmovém prostoru zastižena všemi vrty a to v ustálené hloubce 12,6 m.

Podle výsledků provedeného průzkumu je možné objekt založit plošně.

Morfologicky není povrch terénů zájmového území nijak členitý. Terén je rovinatý s nadmořskou výškou kolem 350,35 m n. m výškového systému Balt po vyrovnání.

Radonový index byl stanoven jako *nízký*.

Historické průzkumy:

Na pozemku se nenachází žádné historicky významné stavby a pozemek není v památkové zóně.

c) stávající ochranná a bezpečnostní pásma

Silniční ochranná pásma stanovil zákon 3/1997 Sb. o pozemních komunikacích § 30 -15m od osy místní komunikace II. Třídy. Toto ochranné pásmo bude dodrženo.

Veškerá ochranná pásma inženýrských sítí budou také dodržena. Žádné další významné prvky, které vyžadují ochranné nebo bezpečnostní pásmo, se na pozemku nevyskytují.

d) poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.

Celá řešená oblast je mimo záplavové a poddolované území

e) vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území

Výstavba bude probíhat nezávisle na provozu v okolních objektech stavby.

Z hlediska charakteru navržené stavby a jejího budoucího využití nespadá tato stavba do kategorie staveb s povinným hodnocením vlivu na životní prostředí.

Negativní účinky provádění stavby na okolí se nepředpokládají, proto není plánována ochrana okolí stavby. Možné je krátkodobé zatížení sousedních staveb hlukem při vlastních stavebních pracích. Hluková zátěž po dobu výstavby bude pokud možno minimalizována a nepřekročí přípustné denní limity, v nočních hodinách budou práce na stavbě zastaveny. Bude dbáno na snížení prašnosti během stavebních pracích. Na staveništi se nepředpokládá výskyt nebezpečného odpadu. Odpady ze stavby a stavební činnosti budou tříděny a bude s nimi nakládáno v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb.

Nečistota na místních komunikacích bude odstraňována pravidelným úklidem po skončení stavebních prací. Zvýšený provoz na komunikacích okolo stavby bude eliminován omezením rychlosti a frekvence nákladní dopravy a dodržením dopravních předpisů.

Výkopová zemina bude dočasně deponovaná na stavebním pozemku a po dokončení stavebních prací bude použita k finálním terénním úpravám.

Negativní účinky stavby po jejím dokončení se také nepředpokládají.

Na základě místního šetření na staveništi lze konstatovat, že realizace stavby gymnasia, její následné využívání a realizované terénní úpravy nemůžou ovlivnit odtokové poměry takovým způsobem, aby došlo k ohrožení okolní zástavby a zaplavení sousedních pozemků srážkovou vodou.

Upravený terén bude navazovat na stávající výškovou úroveň okolních pozemků.

Odvodnění nových zpevněných ploch – střech a komunikací – je realizovanou novou oddílnou kanalizací.

f) požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin

Výstavba daného objektu stav stavebního pozemku nevyžaduje žádné asanace nebo demolice.

Budou pouze odstraněny stávající křoviny při jižní hranici pozemku.

g) požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa (dočasné/trvalé)

Samotný stavební pozemek ani z žádných ze sousedních pozemků nepatří do půdního fondu nebo k plnění funkce lese, z toho důvodu nejsou zábory nutné.

h) územně technické podmínky (zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu)

Dopravní infrastruktura

Stavební pozemek je v těsné blízkosti Kaplířovy ulice. Budou vybudovány dva vjezdy na pozemek z komunikace II. třídy v Kaplířově ulici. První vjezd se nachází v JZ rohu pozemku a bude složit pro zásobování školního bufetu a školní jídelny. U této komunikace se nachází parkoviště s kolmým stáním s celkovým počtem 8 parkovacích míst. Šířka komunikace bude 6,5 m. Druhý vjezd se nachází v JV rohu pozemku a bude složit jako hlavní vjezd na pozemek. Komunikace zde bude přímo navazovat na parkoviště před gymnasiem s kolmým stáním se 13 parkovacími místy a dvěma parkovacími místy pro osoby se sníženou schopností pohybu. Tato komunikace bude také šířka 6,5m. Mezi toto komunikací a budovou gymnasia se nachází zpevněná plocha se zámkovou dlažbou, která bude sloužit jako chodník pro pěší. Tato plocha umožňuje svojí šířkou 6,5m a 3,5m zásobování budovy a snadný protipožární zásah.

Technická infrastruktura

Přípojky inženýrských sítí budou řešeny v samostatné části projektu.

Pro přehled jsou zde pouze zmíněny.

Napojení na elektrickou energii: Silnoproud - Elektrická energie bude do objektu dodávána z rozvodů veřejné sítě vedené v ulici Kaplířova. Jedná se o vybudování nových kabelových přívodů VN pro zásobování nově budovaných objektů elektrickou energií. Trasa kabelů VN přípojky je patrná z výkresové dokumentace – *celková situace stavby*. Kabel bude uložen ve výkopu hloubky 1,2m na upravené pískové lože. Tyto kabely budou součástí distribuční sítě VN a budou investicí distributora. Délka této přípojky je 34,1m.

Slaboproud: bude instalována telefonní ústředna, školní a evakuační rozhlas, elektrická požární signalizace.

Napojení na vodovod: Projekt vnitřního vodovodu bude řešit zásobování zařizovacích předmětů v budově studenou pitnou a teplou užitkovou vodou. Zdrojem

vody pro objekt bude veřejný vodovod DN 150. Délka vodovodní přípojky je 52m DN80.

Napojení na kanalizaci: Dešťová kanalizace - dešťová voda z ploché střechy, povrchu vozovek, parkovišť a chodníků budou odváděna dešťovou kanalizace do veřejné oddílné kanalizace. Délka přípojky je 53,5m DN250. Splaškové vody jsou odváděny do veřejné kanalizace. Délka splaškové kanalizační přípojky je 52,9m DN250. Na každé kanalizační přípojce budou zhotoveny dvě revizní šachty, jedna těsně vedle objektu a druhá na zalomení přípojky pro umožnění snadné údržby.

Parkovací stání bude vyspárováno a odvodněno přes zachycovače ropných produktů do dešťové kanalizace v ulici Kaplířova.

Napojení na plynovod: Přívod středotlakého zemního plynu bude realizován STL plynovou přípojkou vedenou z ulice Kaplířova, řád veden podél chodníku DN 100. HUP je umístěn na hranici pozemku. Celková délka plynové přípojky je 58,9m.

i) věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice

Jedna se o projektovou dokumentaci napojení dopravní infrastruktury na stávající silnici II. třídy v Kaplířově ulici a část zpevněných ploch a zón pro pěší vázaných na stávající chodník pro pěší.

B.2. Celkový popis stavby

B.2.1. Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek

Jedná se o budovu gymnasia. Objekt je čtyřpodlažní nepodsklepený. V objektu se nachází 18 klasických tříd, 13 odborných učeben se zázemím jako jsou kabinety pro skladování školních pomůcek, přípravný nebo váhový. Dále kabinety pedagoga a administrativní prostory pro vedení školy. V každém patře se nachází hygienické prostory a úklidové prostory. V 1.NP se nachází vrátnice se zázemím pro vrátného, školní knihovna, šatna pro studenty s kapacitou 580 skříněk, školní bufet, reprezentativní prostory, sklady a technické místnosti. Kapacita gymnasia je 540 studentů.

B.2.2. Celkové urbanistické a architektonické řešení

a) urbanismus – územní regulace, kompozice prostorového řešení

Objekt je navržen dle požadavků investora na požadovanou velikost, dispoziční, prostorové a hmotové uspořádání a materiálové řešení.

Objekt je čtyřpodlažní a jeho půdorys je ve tvaru písmena H. Zastřešení je plochou jednoplášťovou střechou. Objekt není podsklepen. Hlavní vstup do objektu je z jihovýchodu od Kaplířovy ulice.

Okolí objektu bude doplněno o zpevněné příjezdové plochy a chodníky. Velká část pozemku bude řešena sadovou úpravou. Objekt je řešen bezbariérově.

Budova svým vzhledem nijak výrazně nenarušuje okolní zástavbu. Svoji výškou navazuje na budovu Úřadu práce na protější straně Kaplířovy ulice, tato budova je čtyřpodlažní moderního rázu s plochou střechou s barevnou kombinací bílo-zelenou.

b) architektonické řešení – kompozice tvarového řešení, materiálového a barevného řešení

Jedná se o železobetonový monolitický skelet. Většina fasády je převážně tvořena z lehkého proskleného pláště z hliníkových profilů s odpovídající barevností doplněného o zastíňující fasádu ze skleněných otočných lamel. Malou část potom tvoří železobetonové stěny s kontaktní tepelnou izolací s povrchovou úpravou probarvené omítky v barvě betonového povrchu.

B.2.3. Celkové provozní užívání stavby

Hlavní vstup do objektu je z jihovýchodu z prostranství se zpevněnou plochou. Do objektu se vstupuje po schodiště se třemi schody, bezbariérový vstup je umožněn po rampě. Před vstupem do centrální haly je zádveří, kde se nachází vrátnice a vstup do studentské šatny. Naproti hlavnímu vstupu se nachází centrální schodiště se dostatečnou šířkou ramene 2400mm a dvěma výtahy s kapacitou 2x17 osob. Výtah umožňuje přepravu osob s omezenou schopností pohybu.

Půdorysné rozmístění jednotlivých prostorů – výukových, administrativních, hygienických, atd. je v jednotlivých patrech obdobné a mělo by umožňovat logický pohyb lidí po budově. Naproti centrálnímu schodišti se vždy nachází administrativní část školy a zázemí pedagogů, v postraních křídlech jsou umístěny jednotlivé učebny a hygienické zázemí studentů. Svoji funkcí a prostorovým uspořádáním se výrazněji liší 1.NP, kde jsou specifické prostory gymnasia jako je školní knihovna a studovna, reprezentativní prostory s galerií, školní bufet, technické zázemí, sklady, studentská šatna a odborné učebny výtvarné a hudební výchovy a odborná učebna biologie, která je řešena jako zimní zahrada. Z těchto učeben je umožněn vstup do školního venkovního atria s parkovou úpravou.

B.2.4. Bezbariérové užívání stavby

U centrálního vstupu do objektu bude vybudována rampa umožňující bezbariérový vstup do objektu. Její sklon bude 1/16 a šířka 1500 mm. V celé budově je umožněn bezbariérový pohyb.

Veškeré výtahy v budově jsou s provozem pro tělesně postižené, mají samočinné otevírání dveří a ovládací panel přizpůsobeným pro potřeby těchto osob. Všechny zařízení a prostory v objektu jsou projektovány dle příslušných ČSN s přihlédnutím k co nejsnazšímu pohybu a ovládnutí zařízení těmito osobami, aby nebyl nijak omezený jejich pohyb a možnost vykonávat pracovní činnost.

Nově zbudované zpevněné plochy (chodníky, parkoviště) budou uzpůsobeny přístupu osob s omezenou schopností pohybu. Na parkovišti jsou navržena dvě stání pro osoby s omezenou schopností pohybu.

B.2.5. Bezpečnost při užívání stavby

Veškeré navržené stavební objekty a technologická zařízení budou navrženy a provedeny v souladu s technologickými předpisy výrobců a opatřeny certifikačními listy o bezpečnosti provozu instalovaných zařízení.

Veškeré stavební práce spojené s výstavbou budou z hlediska bezpečnosti práce prováděny v souladu se zákonem č 591/2006 Sb.

Při běžném užívání je stavba bezpečná. Prostor byl projektován, tak aby při pohybu v něm nedocházelo ke kolizím se stavebními konstrukcemi a tím k úrazům. Veškeré stavební materiály budou opracovány tak, aby neměli ostré hrany, kluzké povrchy apod. Ve všech prostorách gymnasia jsou zajištěné dostatečné podchodné výšky pod konstrukcemi.

B.2.6. Základní charakteristiky objektů

a) stavební řešení

Nosnou konstrukci objektu tvoří železobetonový monolitický skelet. Objekt je rozdělen na tři dilatační celky. Dilatace je z důvodu velikosti stavby. Všechny dilatační celky jsou čtyřpodlažní a hodnoty jejich stálých a proměnných zatížení jsou stejné. Šířka dilatační spáry je 10 mm. Výška 1. NP $\pm 0,000 = 350,35 \text{ m n. m.}$ a je 0,450m nad okolním terénem. Celková výška stavby nad terénem je 19,270m.

Stropní deska je spojitá obousměrně pnutá o tloušťce 180mm, obousměrné průvlaky jsou o rozměrech 650x350mm, sloupy jsou navrženy 350x350mm. V každém dilatačním celku je umístěné železobetonové jádro a ztužující stěny o šířce 350mm.

Základovou konstrukci tvoří pod sloupy základové železobetonové patky o rozměrech 2500x2500mm, pod železobetonovými stěnami pak základové pasy šířky 1550mm, pod tužícím jádrem železobetonová základová deska. Pro uchycení prosklené fasády jsou na železobetonové patky položeny základové prahy o šířce 250mm. V místě železobetonových stěn bude plášť přichycen na stěny.

b) konstrukční a materiálové řešení

Celá nosná konstrukce je železobetonová, fasáda je prosklená konstrukce z nosných hliníkových profilů. Klasická okna mají také hliníkové rámy, aby korespondovali se zbylou fasádou. Veškeré příčky v objektu jsou Porotherm AKU, a ve všech místnostech je sádkartonové podhledy, téměř většina nášlapných vrstev podlah je z epoxidové pryskyřice, v místech kancelářích popřípadě počítačových učeben je zátěžový koberec.

c) mechanická odolnost a stabilita

Statickým výpočtem je prokázáno, že stavba je navržena tak, aby zatížení na ni působící v průběhu stavby a užívání nemělo za následek zřícení stavby nebo její části nebo větší stupeň nepřijatelného přetvoření.

Při dodržení tvarového a materiálového řešení dle této projektové dokumentace budou splněny veškeré požadavky na mechanickou odolnost a stabilitu.

B.2.7. Základní charakteristika technických a technologických zařízení

V dané stavbě se vyskytují pouze běžná zařízení pro tento typ stavby.

Žádná náročná výrobní a nevýrobní technologická zařízení se ve stavbě nevyskytují.

B.2.8. požárně bezpečnostní řešení

a) rozdělení stavby a objektů do požárních úseků

b) výpočet požárního rizika a stanovení stupně požární bezpečnosti

c) zhodnocení navržených stavebních konstrukcí a stavebních výrobků včetně požadavků na zvýšení požární odolnosti stavebních konstrukcí

d) zhodnocení evakuace osob včetně vyhodnocení únikových cest

e) zhodnocení odstupových vzdáleností a vymezení požárně nebezpečného prostoru

f) zajištění potřebného množství požární vody, popřípadě jiného hasiva, včetně rozmístění vnitřních a vnějších odběrných míst

g) zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu (přístupové komunikace zásahové cesty)

h) zhodnocení technických a technologických zařízení stavby (rozvodná potrubí, vzduchotechnická zařízení)

i) posouzení požadavků na zabezpečení stavby požárně bezpečnostními zařízeními

j) rozsah a způsob rozmístění výstražných a bezpečnostních značek a tabulek

Tato část projektové dokumentace vzhledem k rozsahu bakalářské práce není řešena.

Jedná se o novostavbu, jejíž požární riziko by bylo posuzováno podle ČSN 73 0802. Požárně bezpečnostní řešení stavby bude plně respektovat potřebná opatření, tak aby byla zachována nosnost a stabilita konstrukce po určitou dobu, omezený rozvoj a šíření ohně a kouře ve stavbě, omezeno šíření požáru na sousední stavby, umožněna evakuace osob a umožněn bezpečný zásah jednotek požární ochrany.

Při prvotním návrh objektu gymnasia byl brán zřetel na požární bezpečnost. Byly navrženy tři chráněné únikové cesty. Svoji polohou by z každého místa budovy měl být umožněn únik jednoduchou a co nejkratší cestou.

Všechny nosné a dělicí konstrukce jsou navrženy z nehořlavých materiálů, stropní konstrukce budou z důvodu zvýšení požární odolnosti a ochrany doplněny o sádkartonové podhledy a ostatní konstrukce obloženy materiály v souladu s požárními předpisy a požadavky.

B.2.9. Zásady hospodaření s energiemi

Budova byla navržena tak, aby splňovala současné tepelně technické normy na stavební konstrukce.

Z důvodu rozsahu bakalářské práce není tato část projektové dokumentace podrobně řešena. Pro ukázkou a pro posouzení základních normových požadavků na stavby bude prokázáno splnění požadovaných hodnot prostupu tepla obvodovými konstrukcemi.

Střešní konstrukce nad 4.NP:

Materiál	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Hydroizolace FATRAFOL 810	0,002	0,16	0,013
Ochrana geotextilie	-	-	-
Tepelná izolace ISOVER EPS 70S	0,250	0,039	6,41
Separční folie PE	-	-	-
Spádová vrstva z keramzibetonu	0,04	0,28	0,143
Parozábrana PAROTEN	-	-	-
Nosná ŽB střešní deska	0,18	1,43	0,126
Sádkartonový podhled KNAUF 12,5 mm	0,0125	0,33	0,038
Celkem: R_N			6,73

R_{Si} ... tepelný odpor při přestupu tepla pro vnitřní povrch střešní kce ... 0,10

R_{Se} ... tepelný odpor při přestupu tepla pro vnější povrch jednopl. kce ... 0,04

$$R_T = R_{Si} + R_N + R_{Se} = 6,87 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_T = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

konstrukce	Požadovaná hodnota W/m ² K	Doporučená hodnota W/m ² K	Vypočtená hodnota W/m ² K	Vyhovuje
Střešní konstrukce	0,24	0,16	0,15	ano

Skladba podlahy 1.NP – styk se zemínou

Materiál	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Epoxidová pryskyřice	0,005	-	-
Anhydritová vyrovnávací vrstva	0,045	1,2	0,038
Separáční folie PE	-	-	-
Tepelná izolace ISOVER TDPT	0,120	0,033	3,636
Ochrana geotextilie FATRATES	-	-	-
Hydroizolace FARTRAFOL 803	0,002	0,16	0,013
Ochrana geotextilie FATRATEx	-	-	-
Podkladní beton s kari sítí	0,15	1,23	0,122
Celkem: R_N			3,81

R_{Si} ... tepelný odpor při přestupu tepla pro vnitřní povrch podlahy ... 0,17

R_{Se} ... tepelný odpor při přestupu tepla pro kce ve styku se zemínou ... 0,0

$$R_T = R_{Si} + R_N + R_{Se} = 3,98 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_t = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$$

konstrukce	Požadovaná hodnota W/m ² K	Doporučená hodnota W/m ² K	Vypočtená hodnota W/m ² K	Vyhovuje
Podlaha vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,3	0,25	ano

Obvodová stěna vnější

Materiál	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
Železobetonová stěna	0,35	1,43	0,245
Tepelná izolace ISOVER EPS 70S	0,15	0,039	3,846
Celkem: R_N			4,21

R_{Si} ... tepelný odpor při přestupu tepla pro vnitřní povrch stěny ... 0,25

R_{Se} ... tepelný odpor při přestupu tepla pro vnější povrch jednopl. kce ... 0,04

$$R_T = R_{Si} + R_N + R_{Se} = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_T = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$$

konstrukce	Požadovaná hodnota W/m ² K	Doporučená hodnota W/m ² K	Vypočtená hodnota W/m ² K	Vyhovuje
Stěna vnější	0,3	0,25	0,22	ano

Pro rám lehkého obvodového pláště je doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Hodnota deklarovaná výrobcem požití fasády ALUPROF je $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Z uvedeného výpočtu je vyplývá, že obvodové konstrukce vyhovují na doporučeného součinitele prostupu tepla

- a) kritéria tepelně technického hodnocení
- b) energetická náročnost stavby
- c) posouzení alternativních zdrojů

Ostatní části projektové dokumentace týkající se energetických nároků nejsou řešeny.

B.2.10. Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí

Zásady řešení parametrů stavby (větrání, vytápění, osvětlení, zásobování vodou, odpadů apod.) a dále zásady řešení vlivu stavby na okolí (vibrace, hluk, prašnost apod.)

Stavba při jejím běžném užívání splňuje veškeré hygienické požadavky na tento typ stavby dále požadavky na ochranu zdraví osob. Navržené místnosti v objektu budou mít zajištěno řádné větrání, osvětlení a vytápění podle platných vyhlášek a předpisů. Stavba svým provozem nijak neovlivní životní prostředí v okolí.

V budově se uvažuje současný pobyt kolem 600 lidí. Tento počet lidí se během užívání a provozu stavby nebude nijak výrazně měnit. Pro tento počet lidí je v budově zřízeno dostatečné sociální zázemí patrné z jednotlivých půdorysů stavby.

Většina místností bude větrána přirozeně okny, která jsou vestavena do lehkého obvodového pláště. V některých místnostech bude toto větrání doplněno větráním nuceným s rekuperací. Místnosti bez možnosti přirozeného větrání okny budou vybaveny nuceným podtlakovým zařízením s rekuperací.

Potřebné vzduchové výkony budou respektovat a splňovat hygienické předpisy při stanovení množství vzduchu a tím zajištění potřebných hodinových intenzit výměny vzduchu v daných prostorách dle vyhlášky č. 6/2003 Sb.

Protihluková opatření: Všechna vzduchotechnická zařízení budou řešena z hlediska protihlukových a protivibračních opatření.

Osvětlení bude dle vyhlášky 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení provozoven pro výchovu dětí a mladistvých. Orientace lavic a tabule ve třídách bude, aby přirozené denní světlo dopadalo zleva.

Odvoz odpadů z vlastního objektu bude řešen pomocí kontejnerů instalovaných Technickými službami města Plzně. Předpokládá se třídění odpadů na papír (kancelářské papíry, skarty, atd.), plasty a směsný odpad. Jednotlivé složky budou tříděny již v budově a vyváženy v časových intervalech dle povahy odpadu.

B.2.11. Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

a) ochrana před pronikáním radonu z podloží

Byl proveden radonový průzkum. Radonové riziko bylo zjištěno nízké. Pro ochranu před pronikáním radonu postačí navržená hydroizolace.

b) ochrana před bludnými proudy

V těsné blízkosti stavby se nenachází žádné trakční vedení dráhy, proto není nutné řešit ochranu před bludnými proudy

c) ochrana před technickou seizmicitou

V daném území se nevyskytují žádné zdroje (strojní zařízení, trhací práce, důlní otřesy, přílišné zatížení od dopravy, ...), které by technickou seizmicitou mohli způsobit.

d) ochrana před hlukem

Stavba je umístěna v dostatečné vzdálenosti od místní komunikace v Kaplířově ulici. Mezi komunikací a budovou školy budou vysazena vzrostlá vegetace, která by případný hluk z dopravy měla snížit.

Jiné rušivé akustické zdroje se v okolí stavby nenacházejí.

Vnitřní konstrukce budou rovněž splňovat požadavky na neprůzvučnost a přenos hluku.

e) protipovodňová opatření

Stavba se nenachází v záplavovém území, z toho důvodu není nutné řešit protipovodňová opatření.

B.3. Připojení na technickou infrastrukturu

a) napojovací místa technické infrastruktury

Veškeré přípojky technické infrastruktury budou napojeny na veřejné rozvody, které jsou vedeny podél Kaplířovy ulice.

b) připojovací rozměry, výkonová kapacita a délky

Délka elektrické přípojky je 34,1m.

Délka vodovodní přípojky je 52m DN80.

Délka dešťové kanalizační přípojky je 53,5m DN250. Délka splaškové kanalizační přípojky je 52,9m DN250.

Celková délka plynové přípojky je 58,9m, DN 80.

B.4. Dopravní řešení

a) popis dopravního řešení

Stavební pozemek je v těsné blízkosti Kaplířovy ulice. Budou vybudovány dva vjezdy na pozemek z komunikace II. třídy v Kaplířově ulici. První vjezd se nachází v JZ rohu pozemku a bude složit pro zásobování školního bufetu a školní jídelny. U této komunikace se nachází parkoviště s kolmým stáním s celkovým počtem 8 parkovacích míst. Šířka komunikace bude 6,5 m. Druhý vjezd se nachází v JV rohu pozemku a bude složit jako hlavní vjezd na pozemek. Komunikace zde bude přímo navazovat na parkoviště před gymnasiem s kolmým stáním se 13 parkovacími místy a dvěma parkovacími místy pro osoby se sníženou schopností pohybu. Tato komunikace bude také šířka 6,5m. Mezi toto komunikací a budovou gymnasia se nachází zpevněná plocha se zámkovou dlažbou, která bude složit jako chodník pro pěší. Tato plocha umožňuje svojí šířkou 6,5m a 3,5m zásobování budovy a snadný protipožární zásah.

b) napojení území na stávající dopravní infrastrukturu

Stavební pozemek je v těsné blízkosti Kaplířovy ulice. Budou vybudovány dva vjezdy na pozemek z komunikace II. třídy v Kaplířově ulici. První vjezd se nachází v JZ rohu pozemku a bude složit pro zásobování školního bufetu a školní jídelny. U této komunikace se nachází parkoviště s kolmým stáním s celkovým počtem 8 parkovacích míst. Šířka komunikace bude 6,5 m. Druhý vjezd se nachází v JV rohu pozemku a bude složit jako hlavní vjezd na pozemek. Komunikace zde bude přímo navazovat na parkoviště před gymnasiem s kolmým stáním se 13 parkovacími místy a dvěma parkovacími místy pro osoby se sníženou schopností pohybu. Tato komunikace bude také šířka 6,5m.

c) doprava v klidu

Příjezd vozidel je navržen po stávající místní komunikace ulice Kaplířova, které se dvěma vjezdy napojuje na areálové komunikace. Vjezd v JZ části pozemku bude složit pro zásobování školní jídelny a školního bufetu. Intenzita provozu na této

části komunikace se předpokládá nízká. Počet parkovacích míst v této části je 8 a bude výhradně sloužit pro personál školní jídelny a školy.

Vjezd v JV části pozemků je hlavním vjezdem do areálu, komunikace je navržena asfaltová a počet parkovacích míst je 13 a dvě pro osoby s omezenou schopností pohybu.

d) pěší a cyklistické stezky

Pěší a cyklisté budou přicházet a odcházet z chodníku ulice Kaplířova. V areálu školy jsou navrženy dostatečné velké plochy chodníků a zpevněných ploch pro pěší. V rámci areálu jsou řešena odstavná místa stání pro cyklisty.

B.5. Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

a) terénní úpravy

Pozemek je rovinatý, po skončení výstavby budou provedeny finální terénní úpravy s potřebným vyspárováním terénu pro odvod dešťových vod.

b) použité vegetační prvky

Budova bude zasazena do zeleně a celá plocha areálu bude poseta trávou zpevněných plocha komunikací. Na jižní a severní straně pozemku bude vysázena vzrostlá zeleň, aby bylo co nejvíce zabráněno šíření hluku z přilehlých komunikací. Na pozemku budou dále vysázeny nižší keře a kosodřeviny, které oddělí komunikační plochy od trávníku a zároveň zpříjemní a zkulturní okolí stavby.

c) biotechnická opatření

Nejsou řešena.

B.6. Popis vlivu stavby na životní prostředí a jeho ochranu

a) vliv stavby na životní prostředí – ovzduší, hluk, voda, odpady, půda, likvidace odpadů, splaškových a dešťových vod

V objektu se bude produkovat pouze tuhý komunální odpad. Nebude zde žádná výroba, při které by mohli být produkovány odpady zvláštního charakteru.

Splaškové a dešťové vody budou odváděny do veřejné oddílné kanalizace

Provoz gymnasia nebude mít negativní vliv na životní prostředí. Pro provoz parkoviště se nepředpokládá větší zatížení ovzduší emisemi. Vytápění bude pomocí dálkového vedení tepla.

Ochrana hluku

Bezproblémový provoz gymnasia, tak aby nedocházelo k vzájemnému rušení a obtěžování hlukem, je dosaženo vhodnou dispozicí objektu a dodržáním normových požadavků na zvukovou neprůzvučnost stavebních konstrukcí (příček, podlah atd).

b) vliv stavby na přírodu a krajinu (ochrana dřevin, ochrana památných stromů, ochrana rostlin a živočichů apod.), zachování ekologických funkcí a vazeb v krajině

Stavba nebude mít negativní vliv na okolní životní prostředí. Svým tvarem nebude nijak narušovat krajinný ráz okolí.

c) vliv stavby na soustavu chráněných území Natura 2000

Daná stavba nemá negativní vliv na chráněné území Natura 2000

d) návrh zohlednění podmínek ze závěru zjišťovacího řízení nebo stanoviska EIA

Pro stavbu daného charakteru není potřeba posuzování vlivu na životní prostředí podle procesu EIA

e) návrhová ochranná a bezpečnostní pásma, rozsah omezení a podmínky ochrany podle jiných právních předpisů

Charakter stavby nevyžaduje návrh ochranných a bezpečnostních pásem.

Stavba je navržena v souladu se všemi platnými zákony, tak aby nedošlo k ohrožení a poškození životního prostředí

B.7. Ochrana obyvatelstva

Splnění základních požadavků z hlediska plnění úkolů ochrany obyvatelstva.

Návrh zohledňuje základní požadavky na situování a stavební řešení stavby podle stavebního zákona a jeho prováděcích vyhlášek z hlediska ochrany obyvatelstva.

B.8. Zásady organizace výstavby

a) napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu,

Stavební pozemek stavby se nachází v Kaplířově ulici na Borech v Plzni. Parcelní číslo pozemku je 8320/36. Celková plocha parcely je 21 885 m². Areál je napojen na místní komunikaci Kaplířova.

V návaznosti na příjezd na stavební komunikace bude na staveništi zřízena síť komunikací pro pohybu techniky, včetně nákladních aut a jeřábu. Tyto komunikace budou zpevněny štěrkem. U vjezdu na staveniště bude zřízena plocha zařízení staveniště.

Před zahájením výstavby budou do areálu staveniště zavedeny veškeré potřebné inženýrské sítě (kanalizace, energie).

b) ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení dřevin,

Oplocení staveniště bude provedeno z drátěného pletiva s kovovými sloupky po obvodu stavebního pozemku. Výška oplocení je 1,8m. V oplocení budou zřízena vrata. Podle potřeby a postupu výstavby bude provedena úprava trasy oplocení. Na staveništi se v současné době nacházejí pouze zatravněné plochy. Při jižní hranice pozemku jsou křoviny menšího vzrůstu, ty budou před zahájením stavebních prací odstraněny.

Případná zeleň (zejména městská zeleň před vjezdem na pozemek) bude chráněna před poškozením v průběhu stavby.

- c) maximální zábory pro staveniště (dočasné / trvalé),

Během výstavby nebudou nutné žádné zábory okolních pozemků.

- d) bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin.

S trvalou deponií není uvažováno: veškerá vytěžená zemina bude použita na terénní úpravy.

C. SITUAČNÍ VÝKRESY

DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ

Gymnasium

Plzeň - Bory

OBSAH:

- C. Situační výkresy
 - C.1. Situační výkres širších vztahů
 - C.2. Celkový situační výkres
 - C.3. Koordinační situační výkres
 - C.4. Katastrální situační výkres
 - C.5. Speciální situační výkres

C Situační výkresy

Pro zjednodušenou projektovou dokumentaci je vyhotovena celková situace stavby v měřítku 1:250. Je v ní zakresleno napojení na dopravní a technickou infrastrukturu, vyznačení dotčeného území, základní výškopis a polohopis, umístění navržené stavby, plochy komunikací, zpevněné plochy a plochy vegetace.

Výkres celkové situace – viz příloha

C.1 Situační výkres širších vztahů

Viz C.1. Celková situace stavby

C.2 Celkový situační výkres

Viz C.1. Celková situace stavby

C.3 Koordinační situační výkres

Viz C.1. Celková situace stavby

C.4 Katastrální situační výkres

Viz C.1. Celková situace stavby

C.5 Speciální situační výkres

Viz C.1. Celková situace stavby

Situační výkresy vyhotovené podle potřeby ve vhodném měřítku zobrazující speciální požadavky objektů, technologických zařízení, technických sítí, infrastruktury nebo souvisejících inženýrských opatření.

D. DOKUMENTACE OBJEKTU

DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ

Gymnasium

Plzeň - Bory

OBSAH:

- D. Dokumentace objektu
 - D.1. Dokumentace stavebního objektu
 - D.1.1. Architektonicko-stavební řešení
 - D.1.2. Stavebně konstrukční řešení
 - D.1.3. Požárně bezpečnostní řešení
 - D.1.4. Technika prostředí staveb
 - D.2. Dokumentace technických a technologických zařízení

D Dokumentace stavby

D.1. Dokumentace stavebního objektu

D.1.1 Architektonicko-stavební řešení

a) Technická zpráva

- účel objektu

Jedná se o budovu gymnasia. Objekt je čtyřpodlažní nepodsklepený. V objektu se nachází 18 klasických tříd, 13 odborných učeben se zázemím jako jsou kabinety pro skladování školních pomůcek, přípravný nebo váhový. Dále kabinety pedagoga a administrativní prostory pro vedení školy. V každém patře se nachází hygienické prostory a úklidové prostory. V 1.NP se nachází vrátnice se zázemím pro vrátného, školní knihovna, šatna pro studenty s kapacitou 580 skříněk, školní bufet, reprezentativní prostory, sklady a technické místnosti. Kapacita gymnasia je 540 studentů.

- zásady architektonického, funkčního, dispozičního a výtvarného řešení a řešení vegetačních úprav okolí objektu, včetně řešení přístupu a užívání objektu s osobami s omezenou schopností pohybu

Objekt je navržen dle požadavků investora na požadovanou velikost, dispoziční, prostorové a hmotové uspořádání a materiálové řešení.

Objekt je čtyřpodlažní a jeho půdorys je ve tvaru písmena H. Zastřešení je plochou jednoplášňovou střechou. Objekt není podsklepen. Hlavní vstup do objektu je z jihovýchodu od Kaplířovy ulice.

Okolí objektu bude doplněno o zpevněné příjezdové plochy a chodníky. Velká část pozemku bude řešena sadovou úpravou. Objekt je řešen bezbariérově.

Budova svým vzhledem nijak výrazně nenarušuje okolní zástavbu. Svoji výškou navazuje na budovu Úřadu práce na protější straně Kaplířovy ulice,

tato budova je čtyřpodlažní moderního rázu s plochou střechou s barevnou kombinací bílo-zelenou.

Hlavní vstup do objektu je z jihovýchodu z prostranství se zpevněnou plochou. Do objektu se vstupuje po schodiště se třemi schody, bezbariérový vstup je umožněn po rampě. Před vstupem do centrální haly je zádveří, kde se nachází vrátnice a vstup do studentské šatny. Naproti hlavnímu vstupu se nachází centrální schodiště se dostatečnou šířkou ramene 2400mm a dvěma výtahy s kapacitou 2x17 osob. Výtah umožňuje přepravu osob s omezenou schopností pohybu.

Půdorysné rozmístění jednotlivých prostorů – výukových, administrativních, hygienických, ... je v jednotlivých patrech obdobné a mělo by umožňovat logický pohyb lidí po budově. Naproti centrálnímu schodišti se vždy nachází administrativní část školy a zázemí pedagoga, v postraních křídlech jsou umístěné jednotlivé učebny a hygienické zázemí studentů. Svoji funkcí a prostorovým uspořádáním se výrazněji liší 1.NP, kde jsou specifické prostory gymnasia jako je školní knihovna a studovna, reprezentativní prostory s galerií, školní bufet, technické zázemí, sklady, studentská šatna a odborné učebny výtvarné a hudební výchovy a odborná učebna biologie, která je řešena jako zimní zahrada. Z těchto učeben je umožněn vstup do školního venkovního atria s parkovou úpravou.

U centrálního vstupu do objektu bude vybudována rampa umožňující bezbariérový vstup do objektu. Její sklon bude 1/16 a šířka 1500 mm. V celé budově je umožněn bezbariérový pohyb.

Veškeré výtahy v budově jsou s provozem pro tělesně postižené, mají samočinné otevírání dveří a ovládací panel přizpůsobeným pro potřeby těchto osob. Všechny zařízení a prostory v objektu jsou projektovány dle příslušných ČSN s přihlédnutím k co nejsnazšímu pohybu a ovládnutí zařízení těmito osobami, aby nebyl nijak omezený jejich pohyb a možnost vykonávat pracovní činnost.

Nově zbudované zpevněné plochy (chodníky, parkoviště) budou uzpůsobeny přístupu osob s omezenou schopností pohybu. Na parkovišti jsou navržena dvě stání pro osoby s omezenou schopností pohybu.

- kapacita, užitkové plochy, obestavěné prostory, zastavěné plochy, orientace, osvětlení, a oslunění

celková plocha pozemku – obestavěný prostor: 12 244 m²

celková zastavěná plocha pozemku: 2 600 m²

- z toho budova gymnázia 2 195 m², budova školní jídelny 405 m²

plocha parkovišť a komunikace: 1 654 m²

počet parkovacích míst: 23

plocha chodníků a dalších zpevněných ploch: 843 m²

plocha zeleně a sadových úprav: 7 147 m²

Celková podlahová plocha gymnázia (1.NP – 4.NP): 56 517 m²

18 klasických tříd, 13 odborných učeben

Kapacita 540 studentů

- technické a konstrukční řešení objektu, jeho zdůvodnění ve vazbě na užití objektu a jeho požadovanou životnost

Předkládaný projekt řeší novostavbu samostatně stojící budovy gymnasia. Objekt je osazený do rovinatého terénu. Půdorys budovy je ve tvaru písmena H o půdorysných rozměrech cca 61,5 x 49,8m. Objekt není podsklepen a má čtyři nadzemní podlaží. Úroveň podlahy 1.NP $\pm 0,000 = 350,35$ m n.m. Podlaha je cca 0,45m nad upraveným terénem. Základová spára má kótu -3,15m. Obvodová atika nad střechou 4.NP +18,82m. Kvůli konstrukční výšce 4,5m není potřeba střechu v žádném místě zvyšovat pro dojezd výtahu. Střecha je plochá jednoplášťová zateplena, spádová vrstva z keramzibetonu.

Třída životnosti je S4 – 50let.

- tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů

Budova byla navržena tak, aby splňovala současné tepelně technické normy na stavební konstrukce.

Z důvodu rozsahu bakalářské práce není tato část projektové dokumentace podrobně řešena. Pro ukázkou a pro posouzení základních normových požadavků na stavby bude prokázáno splnění požadovaných hodnot prostupu tepla obvodovými konstrukcemi – viz B.2.9.

- způsob založení objektu s ohledem na výsledky inženýrsko-geologického a hydrogeologického průzkumu

Provedenými inženýrsko-geologickými průzkumnými pracemi byly v prostoru projektované výstavby gymnasia v lokalitě Kapliřovy ulice zjištěny jednoduché základové poměry.

Převažují zde štěrkovité zeminy s malým obsahem jemné (jílovité) frakce a lze je zařadit do třídy G3.

Hladina podzemní vody byla v zájmovém prostoru zastižena všemi vrty a to v ustálené hloubce 12,6 m.

Podle výsledků provedeného průzkumu je možné objekt založit plošně.

Morfologicky není povrch terénů zájmového území nijak členitý. Terén je rovinatý s nadmořskou výškou kolem 350,35 m n. m výškového systému Balt po vyrovnání.

Založení objektu je pod nosnými sloupy na základové patky o půdorysných rozměrech 2,5 x 2,5m a výšce 0,95m. Pod nosnými stěnami je základový pas o šířce 1,55m a výšce 0,95m, v místě tužícího jádra je základová deska o výšce 0,95m. Pro kotvení fasády jsou na základové patky položeny základové prefabrikované prahy o šířce 0,250m. Základové konstrukce budou železobetonové. Beton C 30/37 XC2.

- vliv objektu a jeho užívání na životní prostředí a řešení případných negativních účinků

Výstavba bude probíhat nezávisle na provozu v okolních objektech stavby.

Z hlediska charakteru navržené stavby a jejího budoucího využití nespadá tato stavba do kategorie staveb s povinným hodnocením vlivu na životní prostředí.

Negativní účinky provádění stavby na okolí se nepředpokládají, proto není plánována ochrana okolí stavby. Možné je krátkodobé zatížení sousedních staveb hlukem při vlastních stavebních pracích. Hluková zátěž po dobu výstavby bude pokud možno minimalizována a nepřekročí přípustné denní limity, v nočních hodinách budou práce na stavbě zastaveny. Bude dbáno na snížení prašnosti během stavebních pracích. Na staveništi se nepředpokládá výskyt nebezpečného odpadu. Odpady ze stavby a stavební činnosti budou tříděny a bude s nimi nakládáno v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb.

Nečistota na místních komunikacích bude odstraňována pravidelným úklidem po skončení stavebních prací. Zvýšený provoz na komunikacích okolo stavby bude eliminován omezením rychlosti a frekvence nákladní dopravy a dodržením dopravních předpisů.

Výkopová zemina bude dočasně deponovaná na stavební pozemku a po dokončení stavebních prací bude použita k finálním terénním úpravám.

Negativní účinky stavby po jejím dokončení se také nepředpokládají.

Na základě místního šetření na staveništi lze konstatovat, že realizace stavby gymnasia, její následné využívání a realizované terénní úpravy nemůžou ovlivnit odtokové poměry takovým způsobem, aby došlo k ohrožení okolní zástavby a zaplavení sousedních pozemků srážkovou vodou.

Upravený terén bude navazovat na stávající výškovou úroveň okolních pozemků.

Odvodnění nových zpevněných ploch – střech a komunikací – je realizovanou novou oddílnou kanalizací.

- dopravní řešení

Stavební pozemek je v těsné blízkosti Kaplířovy ulice. Budou vybudovány dva vjezdy na pozemek z komunikace II. třídy v Kaplířově ulici. První vjezd se nachází v JZ rohu pozemku a bude sloužit pro zásobování školního bufetu a školní jídelny. U této komunikace se nachází parkoviště s kolmým stáním s celkovým počtem 8 parkovacích míst. Šířka komunikace bude 6,5 m. Druhý vjezd se nachází v JV rohu pozemku a bude sloužit jako hlavní vjezd na pozemek. Komunikace zde bude přímo navazovat na parkoviště před gymnasiem s kolmým stáním se 13 parkovacími místy a dvěma parkovacími místy pro osoby se sníženou schopností pohybu. Tato komunikace bude také šířky 6,5m. Mezi toto komunikací a budovou gymnasia se nachází zpevněná plocha se zámkovou dlažbou, která bude sloužit jako chodník pro pěší. Tato plocha umožňuje svojí šířkou 6,5m a 3,5m zásobování budovy a snadný protipožární zásah.

- ochrana objektu před škodlivými vlivy vnějšího prostředí, protiradonová opatření

ochrana před pronikáním radonu z podloží

Byl proveden radonový průzkum. Radonové riziko bylo zjištěno nízké. Pro ochranu před pronikáním radonu postačí navržená hydroizolace.

ochrana před bludnými proudy

V těsné blízkosti stavby se nenachází žádné trakční vedení dráhy, proto není nutné řešit ochranu před bludnými proudy

ochrana před technickou seizmicitou

V daném území se nevyskytují žádné zdroje (strojní zařízení, trhací práce, důlní otřesy, přílišné zatížení od dopravy, ...) které by technickou seizmicitou mohli způsobit.

ochrana před hlukem

Stavba je umístěna v dostatečné vzdálenosti od místní komunikace v Kaplířově ulici. Mezi komunikací a budovou školy budou vysazena vzrostlá vegetace, která by případný hluk z dopravy měla snížit.

Jiné rušivé akustické zdroje se v okolí stavby nenacházejí.

Vnitřní konstrukce budou rovněž splňovat požadavky na neprůzvučnost a přenos hluku.

protipovodňová opatření

Stavba se nenachází v záplavovém území, z toho důvodu není nutné řešit protipovodňová opatření.

- dodržení obecných požadavků na výstavbu

Práce budou prováděny pouze osobami dostatečně proškolenými v oblasti bezpečnosti práce. Při stavebních pracích budou používány veškeré předepsané ochranné pomůcky a dodržovány veškerá platná nařízení a předpisy týkající se bezpečnosti a ochrany zdraví pracujících. Jedná se především o zákon 309/2006 Sb. Používat lze jen stroje a zařízení, které svou konstrukcí, provedením a technickým stavem odpovídají předpisům k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení. Dodavatel je povinen vydat pokyny pro obsluhu a údržbu stroje – návod výrobce k obsluze a údržbě.

Za odborné vedení stavebních prací bude odpovídat firma prováděcí tyto práce.

b) Výkresová část - Charakteristické půdorysy

- D.1.1.1. Půdorys základů dilatačního celku č. 1
- D.1.1.2. Půdorys 1. NP
- D.1.1.3. Půdorys 2. NP
- D.1.1.4. Půdorys 3. NP
- D.1.1.5. Půdorys 4.NP
- D.1.1.6 Půdorys ploché střechy dilatačního celku č. 1
- D.1.1.7. Příčný řez AA – dilatační část č.1
- D.1.1.8. Podélný řez BB – dilatační část č.1
- D.1.1.9. Podélný řez BB – dilatační část č. 2
- D.1.1.10. S a J pohled
- D.1.1.11. V a Z pohled

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

a) Technická zpráva

- popis navrženého konstrukčního systému stavby, výsledek průzkumu stávajícího stavu nosného systému stavby při návrhu její změny,

Stávající stav:

Navrhovaná stavba je umístěna na pozemcích kat. č. 8320/36 KÚ Plzeň Vnitřní město. Stavební pozemek je v současné době nezastavěný, nachází se na něm pouze zazeleněné plochy. Majetkoprávní vztahy jsou vyřešeny. Terén pozemku je rovinný. Pozemek pro výstavbu je v návaznosti na komunikaci v Kaplířově ulici,

ze které bude dopravní napojení. Přípojky technické infrastruktury budou napojeny na stávající inženýrské sítě vedeny podél Kaplířovy ulice.

Navrhovaný stav:

Předkládaný projekt řeší novostavbu samostatně stojící budovy gymnasia. Objekt je osazený do rovinatého terénu. Půdorys budovy je ve tvaru písmena H o půdorysných rozměrech cca 61,5 x 49,8m. Objekt není podsklepen a má čtyři nadzemní podlaží. Úroveň podlahy 1.NP $\pm 0,000 = 350,35 \text{ m n.m.}$ Podlaha je cca 0,45m nad upraveným terénem. Základová spára má kótu -3,15m. Obvodová atika nad střechou 4.NP +18,82m. Kvůli konstrukční výšce 4,5m není potřeba střechu v žádném místě zvyšovat pro dojezd výtahu. Střecha je plochá jednoplášťová zateplena, spádová vrstva z keramzibetonu.

V 1.NP se nachází technické zázemí, studentská šatna, sklady, knihovna, vrátnice a školní bufet. V 2.NP jsou umístěné administrativní prostory a učebny, ve 3. a 4. NP jsou kabinety pedagogů a učebny.

Nosnou konstrukci objektu tvoří monolitický železobetonový skelet s obousměrným rámovým systémem. Objekt je rozdělen na tři samostatné dilatační celky se nosnými prvky stejných dimenzí. Stropní desky jsou spojitě obousměrně pnuté, jejich tloušťka je v celém objektu stejná a to 180mm. Průřez nosných sloupů má rozměry 350 x 350 mm, Průvlaky mají šířku 350mm a výšku 650mm. Nenosné vnitřní zdivo je POROTHERM 11,5 AKU. Menší část obvodového pláště tvoří železobetonové ztužující stěny s kontaktní izolace. Převážná část fasády je tvořen z lehkého obvodového pláště – hliníkový systém prosklené fasády. Ve 2., 3. a 4. NP je doplněna o zastíňující fasáda z vertikálně orientovaných skleněných lamel o šířce 600mm. Okna v místě železobetonových stěn jsou hliníková. V 1.NP se nachází odborné učebny, jejichž obvodový plášť i střešní plášť je tvořen z hliníkového systému prosklené fasády. V celém objektu jsou sádkartonové podhledy. K budově náleží 21 parkovacích míst.

- navržené výrobky, materiály a hlavní konstrukční prvky,

Výkopy

Podle údajů geologického průzkumu se budou výkopy provádět ve štěrkové zemině G3. Propustnost zeminy byla hodnocena jako střední.

Výkopy budou probíhat v naprosté většině na pozemcích stavebníka. Na navazujících pozemcích budou realizovány pouze přípojky inženýrských sítí. Hloubka základové spáry se nachází cca 2,7 m pod stávajícím terénem. NA pozemku se v této hloubce nevyskytuje podzemní voda, neuvažuje se tedy ani s návrhem trvalého odvodnění. Projekt předpokládá stavební jámu se svahovanými výkopy. Nejdříve se provede sejmutí ornice v hloubce 300 mm, ta bude deponována na skládce na určeném místě stavebního pozemku a později bude použita na terénní úpravy. Pod základové konstrukce bude použit zhutněný násyp tloušťky 150mm.

Radonový index byl označen jako nízký. V rámci provádění výkopových prací a zjištění skutečného stavu podloží v úrovni základové půdy, může zodpovědný geolog a statik doporučit opatření v této části projektu neuváděné.

Základy

Objekt je založen v mírně v rovinatém terénu. Podle provedeného inženýrsky-geologického průzkumu je až do hloubky 12,6m pod úrovní terénu štěrková zemina třídy G3.

Založení objektu je pod nosnými sloupy na základové patky o půdorysných rozměrech 2,5 x 2,5m a výšce 0,95m. Pod nosnými stěnami je základový pas o šířce 1,55m a výšce 0,95m, v místě tužícího jádra je základová deska o výšce 0,95m. Pro kotvení fasády jsou na základové patky položeny základové prefabrikované prahy o šířce 0,250m. Základové konstrukce budou železobetonové. Beton C 30/37 XC2.

Je navržen hydroizolační systém spodní stavby. Hladina podzemní vody je pod úrovní základové spáry, namáhání bude tedy pouze vlhkostí. Je navržena

hydroizolace FATRAFOL 803 tl. 2mm oboustranně chráněna geotextilií FATRATEX.

Nosné konstrukce – svislé

Svislé nosné konstrukce jsou tvořeny převážně železobetonovými sloupy o rozměrech 350 x 350 mm, osová vzdálenost sloupu je 5,5m, 7,3m a 3,5m. V objektu jsou dále vnější železobetonové ztužující stěny o šířce 350mm, stěny výtahových šachet jsou 300mm. Beton je použit C 30/37 XC1 a C 30/37 XC2. Výztuž je navržena B 500B. Vnější stěny jsou zaizolovány kontaktním zateplovacím systémem ISOVER EPS 70S.

Nosné konstrukce – vodorovné

Vodorovné nosné konstrukce jsou navrženy v podobě spojitých obousměrně pnutých desek. Rozpětí desek je 7,3m, 5,5m a 3,5m. Tloušťka je v celém objektu navržena 180mm. Desky jsou monoliticky spojeny s průvlaky o rozměrech 350 x 650mm. Použitý beton je C 30/37 XC1, výztuž B 500B.

Střešní plášť a odvodnění

Zastřešení objektu je řešeno plochou jednoplášťovou střechou s obvodovou atikou a vnitřním odvodem dešťových vod. Je navrženo spádování do střešního žlabu se střešními vpustěmi do dešťové kanalizace. Spád na řešeném dilatačním celku bude 5% a 3%.

Hydroizolace střechy je FATRAFOL tl. 2mm, v místě atiky, přechodů a žlabu bude zesílen na 2x2mm. Tepelná izolace je ISOVER EPS 70S tl. 250mm. Spádová vrstva je z lehčeného betonu – keramzibeton.

Schodiště

V objektu jsou navrženy celkem tři vnitřní schodiště. Dvě jsou totožné s celkovým počtem stupňů 28 na konstrukční výšku 4,5m. Výška jednoho stupně je 160,7mm a hloubka 300mm. Třetí schodiště má 30 stupňů o rozměrech 150 x

330mm. Schodiště jsou dvouramenná, monolitická uložena na podestové a mezipodestové průvlaky. Nosná deska schodiště má tl. 150mm.

Příčky

Z požadavků na akustickou neprůzvučnost vnitřních stěn mezi třídami byl jako vnitřní nenosné zdivo v celém objektu volen POROTHERM 11,5 AKU.

Podhledy

V celém objektu jsou navrženy sádkartonové podhledy. Ty jsou zavěšeny 450mm pod průvlaky. V prostoru je vedena vzduchotechnika. Sádkartonový systém je KNAUF, tl. desek je 12,5mm.

Podlahy

Skladba podlahy mezi patry je kročejová izolace ISOVER EPS Rigifloor 5000 tl. 40mm, roznášecí vrstvu tvoří anhydrit od tl. 45mm, nášlapná vrstva je téměř v celém objektu epoxidová pryskyřice v tl. 5mm, v některých místnostech pak zátěžový koberec.

Skladba podlahy na terénu je podkladní beton C16/20 tl. 150mm s výztužnou kari sítí $\phi 8$ oka 100 x 100 mm, hydroizolace FATRAFOL 803, tepelná izolace ISOVER TDPT tl. 120mm, anhydritová vyrovnávací vrstva 45mm a epoxidová pryskyřice 5mm.

Tepelná a akustická izolace

Tepelná izolace obvodového pláště a ploché střechy je ISOVER EPS 70S, tloušťky 150 a 250mm, podlahy nad terénem ISOVER TDPT tl. 120mm. Akustická izolace je ISOVER EPS Rigifloor 5000 tl. 40mm

Lehký obvodový plášť

Prosklená fasáda je systém ALUPROF z nosných hliníkových profilů s tepelně izolačními dvojskly. Rozměry rámu jsou šířka 50mm a hloubka 150mm, délka sloupků je na konstrukční výšku patra a to 4,5m. Fasáda je předsazena a její

jednotlivé části jsou kotveny od stropních desek ve vzdálenosti 1250mm. Kombinace zasklení je pevné a otevíratelné, aby bylo umožněno přirozené proudění vzduchu s následným provětráním všech prostor.

Ve 2., 3. a 4. NP je zastíňující fasáda z vertikálně orientovaných skleněných lamel o šířce 600mm. Výrobce je COLT a jedná se o nosný systém č. 5. Lamely jsou otočné, aby se přizpůsobily pohybu slunečních paprsků během dne. Jsou kotveny do kolejničky, která je následně bodově kotvena do stropní desky po 1,8m. Délka lamel je na konstrukční výšku podlaží a to 4,5m.

Výplně otvorů

Okna jsou navržena s hliníkovým rámem ALUPROF. Jsou otevíravá, výklopná a členěná. Vnější dveře jsou ze stejného systému.

Vnitřní dveře budou několika typů. Dveře v třídách budou šířky 900mm, budou dýhové s rámovou konstrukcí. Do kancelářských místností a do prostorů, kde se nepředpokládá pohyb velkého množství lidí najednou, budou dveře standardní šířky 800mm. Budou také dýhované. Zárubně budou obložkové dýhované.

Zabudovaná zařízení interiéru

Jsou předmětem samostatného projektu. Zahrnuje linku s varným panelem, digestoří a ledničkou. Dále zde budou zabudovaná zařízení odborných učeben, zvláště pak laboratoře chemie, biologie a fyziky.

Vnitřní povrchové úpravy – omítky

Vápenocementová jednovrstvá omítka POROTHERM UNIVERSAL. V sociálním zázemí keramické obklady do výšky 2050mm a 1250mm na WC.

Vnější povrchy a barevné řešení exteriéru

Obvodový plášť s kontaktním zateplením je opatřen omítkou Baumit s imitací betonu. Převážně je vnější vzhled dán prosklenou fasádou pospanou výše. Barevné provedení je patrné z příložených výkresů pohledů.

Výtah

V objektu jsou navrženy dva typy výtahu. Výrobce OTIS. První je umístěn v prostoru centrálního schodiště naproti hlavnímu vstupu do objektu. Rozměry výtahové kabiny jsou 2000x1400 mm, centrální otevírání, nosnost je 1275 kg a kapacita 17 osob. Druhý je v prostoru únikového schodiště. Rozměry výtahové kabiny jsou 1200x2300mm, stranové otevírání, nosnost 1275 kg a kapacita 17 osob.

- hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení uvažovaných při návrhu nosné konstrukce,

Zatížení dle ČSN 1991 – Zatížení stavebních konstrukcí

Užitní zatížení – kategorie C1 ... $q = 3,0 \text{ kN/m}^2$

Prostory schodiště ... $q = 5,0 \text{ kN/m}^2$

Nepochozí střecha ... $q = 0,75 \text{ kN/m}^2$

Větrná oblast II $\Rightarrow v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

Kategorie terénu IV

Sněhová oblast I ... $s_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

- *návrh zvláštních, neobvyklých konstrukcí, konstrukčních detailů, technologických postupů,*

V navržených konstrukcích nejsou použity žádné zvláštní nebo neobvyklé konstrukce, detaily ani technologické postupy.

- *technologické podmínky postupu prací, které by mohly ovlivnit stabilitu vlastní konstrukce, případně sousední stavby,*

Technologické podmínky postupu prací nevyžadují žádné zvláštní postupy a opatření. Navržený objekt neovlivňuje stabilitu žádných konstrukcí ani okolních staveb.

- *zásady pro provádění bouracích a podchycovacích prací a zpevňovacích konstrukcí či prostupů,*

Bourací práce prováděny nebudou.

- *požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí,*

Před dokončením zakrytých konstrukcí budou provedeny zkoušky těsnost a revizní zkoušky technických instalací, jejich celistvost a neporušenost.

- *seznam použitých podkladů, ČSN, technických předpisů, odborné literatury, software,*

- územní rozhodnutí vč. projektu pro územní rozhodnutí

- digitální mapový podklad – katastrální mapy

- terénní průzkum, geologický a hydrogeologický průzkum

- radonový průzkum

- Geodetické zaměření pozemku a objektu

- objednávka investora a smlouva o dílo

- architektonická studie

- ČSN EN 1991-1-1 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí část 1-1 (obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby)
- ČSN EN 1991-2-2 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí část 2-2 (zatížení konstrukcí)
- ČSN EN 1991-2-3 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí část 2-3 (zatížení sněhem)
- ČSN EN 1991-2-4 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí část 2-4 (zatížení větrem)
- ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí

- ČSN EN 1992 – Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

RFEM4

- specifické požadavky na rozsah a obsah dokumentace pro provádění stavby, případně dokumentace zajišťované jejím zhotovitelem.

Dokumentace je zpracovaná v rozsahu nutném pro stavební povolení z hlediska platných zákonů v oblasti plánování a výstavby a dále v souladu se správním řádem ČR. Žádné specifické požadavky na rozsah a obsah nejsou.

b) Výkresová část

- D.1.2.1. Základy dilatační části č.1

- D.1.2.2. Výkres tvaru 1.NP

c) Statické posouzení

- viz Statický výpočet

d) Plán kontroly spolehlivosti konstrukce

D.1.3 Požárně bezpečnostní řešení

Jedná se o novostavbu, jejíž požární riziko by bylo posuzováno podle ČSN 73 0802. Požárně bezpečnostní řešení stavby bude plně respektovat potřebná opatření, tak aby byla zachována nosnost a stabilita konstrukce po určitou dobu, omezený rozvoj a šíření ohně a kouře ve stavbě, omezeno šíření požáru na sousední stavby, umožněna evakuace osob a umožněn bezpečný zásah jednotek požární ochrany.

Při prvotním návrh objektu gymnasia byl brán zřetel na požární bezpečnost. Byly navrženy tři chráněné únikové cesty. Svoji polohou by z každého místa budovy měl být umožněn únik jednoduchou a co nejkratší cestou.

Všechny nosné a dělicí konstrukce jsou navrženy z nehořlavých materiálů, stropní konstrukce budou z důvodu zvýšení požární odolnosti a ochrany doplněny o sádkartonové podhledy a ostatní konstrukce obloženy materiály v souladu s požárními předpisy a požadavky.

D.1.4 Technika prostředí staveb

Vzhledem k rozsahu bakalářské práce není tato část projektové dokumentace řešena.

D.2 Dokumentace technických a technologických zařízení

Ve stavbě se nevykytují

E. DOKLADOVÁ ČÁST

DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ

Gymnasium

Plzeň - Bory

OBSAH:

- E. Dokladová část
 - E.1. Závazná stanoviska, stanoviska, rozhodnutí, vyjádření dotčených orgánů
 - E.2. Stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury
 - E.2.1. Stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury k možnosti a způsobu napojení, vyznačena například na situačním výkrese
 - E.2.2. Stanovisko vlastníka nebo provozovatele k podmínkám zřízení stavby, provádění prací a činností v dotčených ochranných a bezpečnostních pásmech podle jiných právních předpisů
 - E.3. Geodetický podklad pro projektovou činnost zpracovaný podle jiných právních předpisů
 - E.4. Projekt zpracovaný báňským projektantem
 - E.5. Průkaz energetické náročnosti budovy podle zákona o hospodaření energií
 - E.6. Ostatní stanoviska, vyjádření, posudky a výsledky jednání vedených v průběhu zpracování dokumentace

E. Dokladová část

Dokladová část obsahuje doklady o splnění požadavků podle jiných právních předpisů vydané příslušnými správními orgány nebo příslušnými osobami a dokumentaci zpracovanou osobami oprávněnými podle jiných právních předpisů.

K projektu budou investorem přiloženy veškeré potřebné doklady a vyjádření dotčených orgánů státní správy a správců inženýrských sítí.

E.1. Závazná stanoviska, stanoviska, rozhodnutí, vyjádření dotčených orgánů

E.2. Stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury

E.2.1. Stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury k možnosti a způsobu napojení, vyznačená například na situačním výkrese

E.2.2. Stanovisko vlastníka nebo provozovatele k podmínkám zřízení stavby, provádění prací a činností v dotčených ochranných a bezpečnostních pásmech podle jiných právních předpisů

E.3. Geodetický podklad pro projektovou činnost zpracovaný podle jiných právních předpisů

E.4. Projekt zpracovaný báňským projektantem

E.5. Průkaz energetické náročnosti budovy podle zákona o hospodaření energií

E.6. Ostatní stanoviska, vyjádření, posudky a výsledky jednání vedených v průběhu zpracování dokumentace

3. STATICKÝ VÝPOČET DILATAČNÍ CELEK Č. 1

OBSAH

1. ÚVOD	
1.1. POPIS KONSTRUKCE.....	67
1.2. POPIS KONSTRUKCE ŘEŠENÉHO CELKU	67
1.3. VÝPOČETNÍ SOFTWARE	68
2. VSTUPNÍ ÚDAJE	69
2.1. ROZDĚLENÍ OBJEKTU NA DILATAČNÍ CELKY	69
2.2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE	70
2.3. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY	70
3. VÝPOČET ZATÍŽENÍ.....	71
3.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ.....	71
3.2. PROMĚNÉ ZATÍŽENÍ	79
4. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH NOSNÝCH PRVKŮ	86
4.1. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH STROPNÍ DESKY	86
4.2. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH PRŮVLAKU	88
4.3. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH VNITŘNÍHO SLOUPU	88
5. NÁVRH A POSOUZENÍ STROPNÍ DESKY	92
5.1. VÝPOČTOVÝ MODEL.....	92
5.2. ZATĚŽOVACÍ STAVY.....	93
5.3. KOMBINACE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ	99
5.4. NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY	100
5.5. ROZDĚLENÍ OBLASTÍ DIMENZOVÁNÍ.....	104
5.6. PŘIBLIŽNÁ KONRTOLA OHYBOVÝCH MOMENTŮ	104
5.7. NÁVRH A POSOUZENÍ NA OHYBOVÝ MOMENT.....	108
5.8. KONTROLA MEZNÍCH STAVŮ POUŽITELNOSTI.....	140
5.9. KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ VÝZTUŽE.....	144
5.10. SCHEMATICKÉ ROZMÍSTĚNÍ OHYBOVÉ VÝZTUŽE	147
6. NÁVRH A POSOUZENÍ PATROVÉHO RÁMU	148
6.1. VSTUPNÍ ÚDAJE.....	148
6.2. ZATĚŽOVACÍ STAVY.....	151
6.3. KOMBINACE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ	161
6.4. NÁVRH A POSOUZENÍ PRŮVLAKU	162
6.4.1. Vstupní údaje.....	162
6.4.2. Návrh krytí výztuže	162
6.4.3. Únosnost průvlaku namáhaného ohybovým	164
6.4.4. Konstrukční uspořádání výztuže	176
6.4.5. Schematické rozmístění ohybové výztuže.....	177
6.4.6. Únosnost prvku namáhaného smykem.....	178
6.4.7. Schematické rozmístění smykové výztuže.....	183
6.4.8. Kontrola mezních stavů použitelnosti	184
6.5. NÁVRH A POSOUZENÍ VNITŘNÍHO SLOUPU	191
6.5.1. Návrh a posouzení ve směru rámu	191

6.5.2. Schematické rozmístění výztuže	212
6.5.3. Kontrola mezních stavů použitelnosti	213
6.5.4. Návrh a posouzení ve směru kolmém na rám	216
6.6. NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADOVÉ PATKY	224
6.6.1. Vstupní údaje.....	224
6.6.2. Únosnost základové půdy.....	226
6.6.3. Posouzení patky na posunutí	228
6.6.4. Posouzení stability patky	228
6.6.5. Posouzení patky na ohyb	228
6.6.6. Schéma ohybové výztuže patky	231
6.6.7. Posouzení patky na protlačení	232
6.6.8. Kotvení a stykování výztuže	235

1. ÚVOD

1.1. POPIS KONSTRUKCE

Nosnou konstrukci budovy gymnasia tvoří železobetonový monolitický skelet. Objekt je čtyřpodlažní nepodsklepený. Půdorysně je budova řešena do tvaru písmena H. Kvůli své celkové velikosti (cca 60m x 50m) je objekt rozdělen na tři samostatné dilatační celky. Statická část bakalářské práce se zabývá návrhem a posouzením dilatační části č. 1.

Dilatační celek č. 2 je zcela totožný s celkem č. 1. Část č. 3 se půdorysně sice liší, ale návrhová rozpětí jsou velmi podobné jako u předchozích celků. Stejně zůstávají i hodnoty zatížení, proto se dá předpokládat, že dimenze jednotlivých nosných prvků budou obdobné s prvky předchozích celků.

1.2. POPIS KONSTRUKCE ŘEŠENÉHO CELKU

Nosná konstrukce dilatačního celku č. 1 je tvořena monolitickým obousměrným rámovým skeletem, který má v podélném směru 6 polí s osovou vzdáleností sloupů 5,5 m. V příčném směru jsou pole dvě s osovou vzdáleností 7,3 m a 3,5 m. Konstrukční výška podlaží je 4,5 m.

Čtvrté pole tvoří železobetonové ztužující jádro, ve kterém se nachází únikové schodiště a výtahový šachta. Jádro zachytává a přenáší vodorovné účinky od zatížení větrem v podélném směru.

Stropní deska je spojitá obousměrně pnutá o tloušťce 180 mm. Rámy tvoří průvlaky o rozměrech 650 x 350 mm a sloupy průřezu 350 x 350 mm. Základová konstrukce je tvořena železobetonovými patkami pod sloupy, pod nosnými stěnami jsou železobetonové pasy, v místě ztužujícího jádra je základová deska, pro uchycení prosklené fasády jsou na základové patky položeny betonové prahy, v místě železobetonových stěn je fasáda vodorovně kotvena do nich.

Většinu obvodového pláště budovy tvoří prosklená fasáda z hliníkových profilů. Fasáda je předsazena a je uchycena do stropních desek jednotlivých pater.

Ve 2., 3. a 4.NP je tato fasáda doplněna o zastiňující systém z otočných skleněných lamel, které jsou kotveny do kolejničků a ty jsou následně bodově kotveny také do stropních desek.

Zbytek obvodového pláště tvoří železobetonové stěny, které jsou dalším ztužujícím prvkem konstrukce.

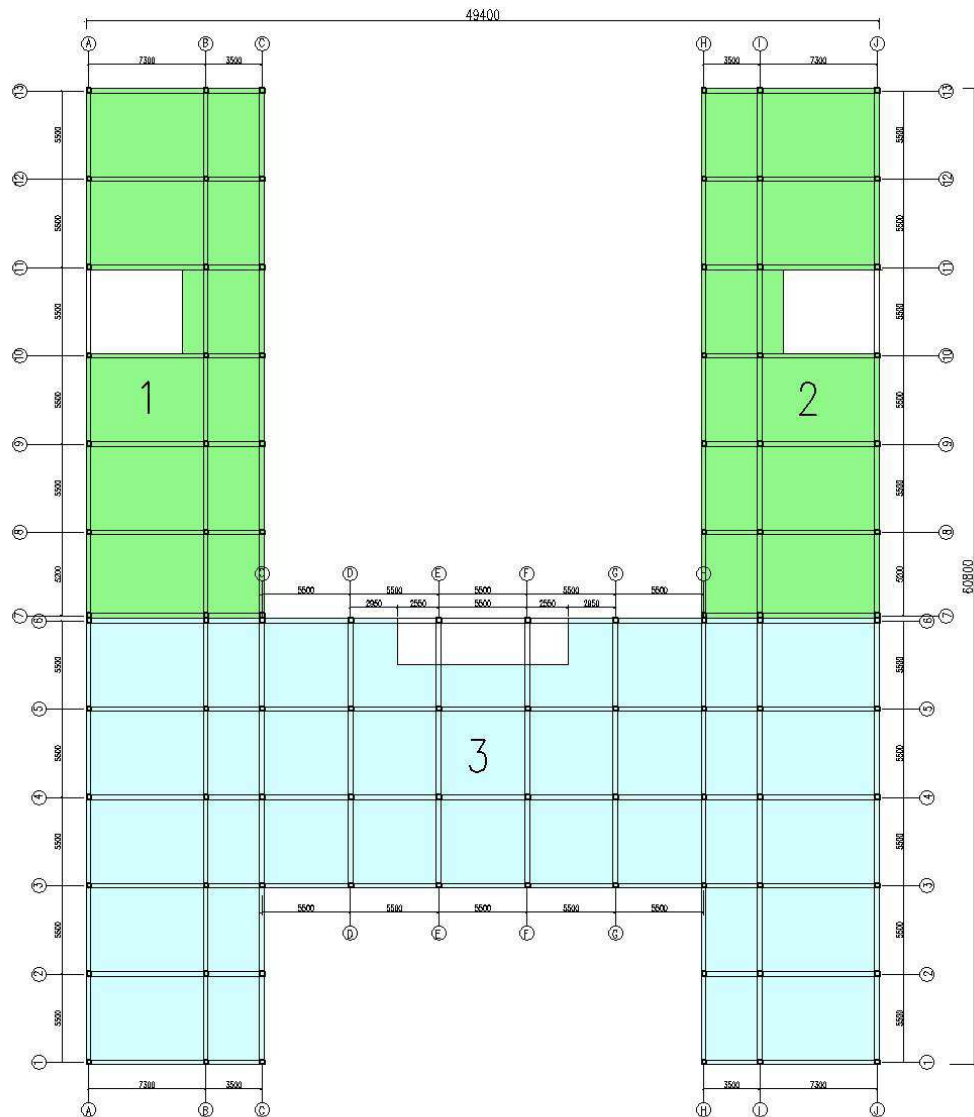
Posuzované prvky jsou stropní deska a průvlak nad 1.NP, vnitřní sloup a základová patka. Je řešeny mezní stavy únosnosti a mezní stavy použitelnosti. Požární bezpečnost konstrukcí není předmětem tohoto výpočtu.

1.3. VÝPOČETNÍ SOFTWARE

Výpočet vnitřních sil pro vyšetřované nosné prvky byl proveden výpočetním programem RFEM pracující s metodou konečných prvků. Zhuštění sítě konečných prvků bylo nastaveno na velikost 150 x 150mm. Stropní deska i rám byly vymodelovaný ve 2D.

2. VSTUPNÍ ÚDAJE

2.1. ROZDĚLENÍ OBJEKTU NA DILATAČNÍ CELKY



Obr. 1.

2.2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Konstrukční třída:	S4 – návrhová životnost 50 let
Stupeň vlivu prostředí:	XC1 – beton uvnitř budova
	XC2 – základy budovy
Kategorie zatížených ploch pozemních staveb:	C – shromažďovací plochy
	C1 – plochy se stoly (školy)
Sněhová oblast (Plzeň):	I
Větrná oblast (Plzeň):	II
Kategorie terénu:	IV
Třída zeminy – podloží v základové spáře:	G3 G-F

2.3. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Beton C 30/37

Charakteristická pevnost betonu v tlaku:	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
	$f_{ck,cube} = 37 \text{ MPa}$
Součinitel spolehlivosti materiálu:	$\gamma = 1,5$
Návrhová pevnost betonu v tlaku:	$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$
Charakteristická pevnost v tahu:	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
	$f_{ctk,0,05} = 2,0 \text{ MPa}$
Modul pružnosti:	$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$

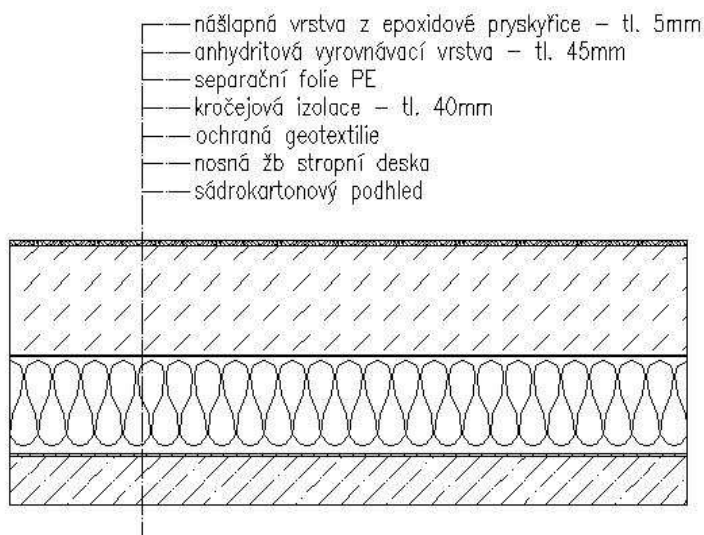
Ocel B 500B

Charakteristická pevnost výztuže v tahu (mez kluzu):	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
Součinitel spolehlivosti materiálu:	$\gamma = 1,15$
Návrhová pevnost výztuže v tahu:	$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$
Modul pružnosti:	$E_s = 200 \text{ GPa}$

3. VÝPOČET ZATÍŽENÍ

3.1. STÁLÉ ZATÍŽENÍ

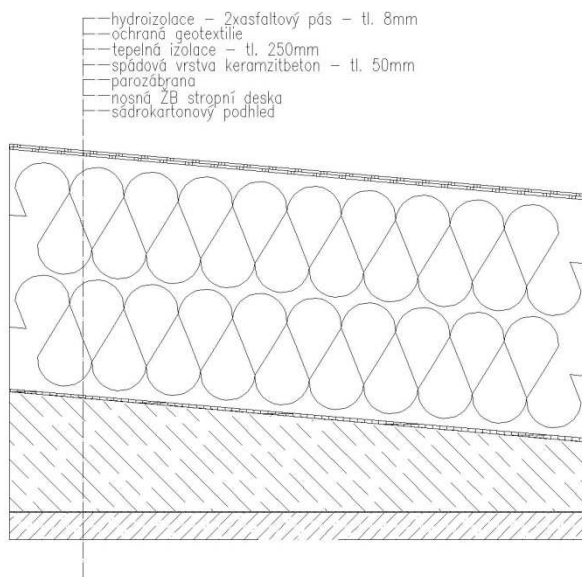
3.1.1. Podlaha



Obr. 2.

Skladba podlahy	Tloušťka m	Objemová tíha [kN/m^3]	Charakteristické zatížení [kN/m^2]
Epoxidová pryskyřice	0,005	12	0,06
Anhydritový podklad	0,054	20	1,08
Separací folie PE	0,0005	0,005	$2,5 \cdot 10^{-6}$
Kročeiová izolace – Isover EPS RIGIFLoor 5000	0,040	0,1	0,004
Ochraná geotextílie	0,0005	-	0,002
Nosná konstrukce – ŽB deska	0,180	-	-
Sádrokartonový podhled			0,135
			$g_k = 1,28 kN/m^2$

3.1.2. Jednoplášťová plochá střecha



Obr. 3.

Skladba podlahy	Tloušťka m	Objemová tíha kN/m^3	Charakteristické zatížení kN/m^2
Hydroizolace (2x asfaltový pás SBS – FLEXGUM P mineral)	0,008	12,5	0,10
Ochranná geotextilie	-	-	0,002
Tepelná izolace – ISOVER EPS 70S	0,25	0,18	0,045
Spádová vrstva – keramzitbeton	0,05	19,5	0,975
Parozábrana – folie guttafol	-	-	0,016
Nosná ŽB deska	0,180		-
Sádkartonový podhled			0,135
			$g_k = 1,273 \text{ kN/m}^2$

3.1.3. Příčky

POROTHERM 11,5 AKU

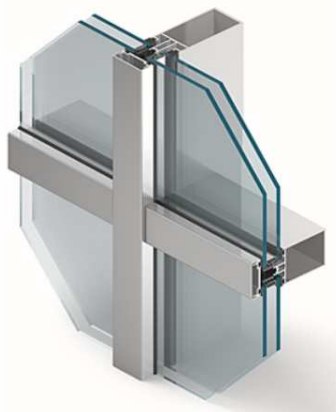


Obr. 4.

- hmotnost zdiva včetně omítek
 $m = 175 \text{ kg/m}^2 = 1,75 \text{ kN/m}^2$
 \Rightarrow charakteristická hodnota zatížení: $g_k = 1,75 \text{ kN/m}^2$
- výška příčky ... $v = 4,27 \text{ m}$
 \Rightarrow liniové zatížení příčky na m délky ... $g_k = 1,75 \cdot 4,27 = 7,47 \text{ kN/m}$

3.1.4. Lehký obvodový prosklený plášť

Hliníkový fasádní systém ALUPROF



Obr. 5.

- celková váha fasády ... $m = 42,02 \text{ kg/m}^2 = 0,420 \text{ kN/m}^2$

- zatížení od pláště bude nahrazeno bodovou silou a momentem na konci stropní desky v místě kotvení
- plášť je kotvený ke stropní desce na konstrukční výšku 4,50m
- šířka rámu okna je 1250mm
- hloubka hliníkových sloupů: 150mm

⇒ charakteristická hodnota zatížení ... $F = 0,42 \cdot 4,50 \cdot 1,25 = 2,36 \text{ kN}$

⇒ charakteristická hodnota momentu ... $M = 2,36 \cdot 0,15 = 0,35 \text{ kNm}$

3.1.5. Slunolamy

společnost COLT – Carrier system 5



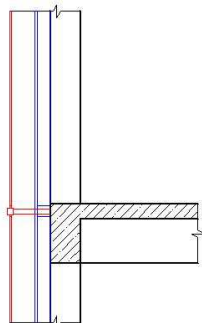
Obr. 6.

- celková váha fasády ... $m = 48,00 \text{ kg/m}^2 = 0,480 \text{ kN/m}^2$
- zatížení od pláště bude nahrazeno bodovou silou a momentem na konci stropní desky v místě kotvení
- plášť je kotvený ke stropní desce na konstrukční výšku 4,50m
- vzdálenost mezi jednotlivými kotvami je 1,8m
- vzdálenost kolejničky od místa kotvení $e = 0,6 \text{ m}$

⇒ charakteristická hodnota zatížení ... $F = 0,48 \cdot 4,50 \cdot 1,8 = 3,89 \text{ kN}$

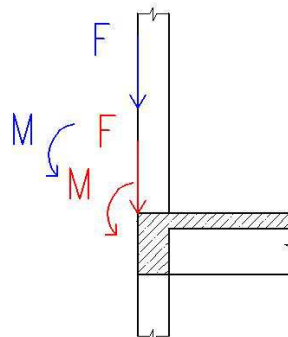
⇒ charakteristická hodnota zatížení ... $M = F \cdot e = 3,50 \cdot 0,6 = 2,33 \text{ kNm}$

Schéma kotvení fasády a slunolamů



Obr. 7.

Náhrada zatížení od fasády



Obr. 8.

3.1.6. Schodiště

a) Návrh schodiště

konstrukční výška podlaží ... $v_{kce} = 4500 \text{ mm}$

počet stupňů ... $n = 28$

výška stupně ... $v_{kce} : n = 4500 : 28 = 160,7 \text{ mm}$

šířka stupně ... $2h + b = 630 \Rightarrow b = 630 - 2h \Rightarrow b = 630 - 2 \cdot 160,7 = 308,6 \approx 300 \text{ mm}$

dvouramenné schodiště ⇒ počet stupňů v jednom rameni $n_r = 14 + 1$

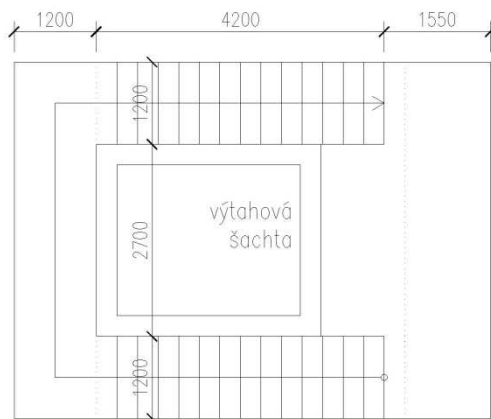
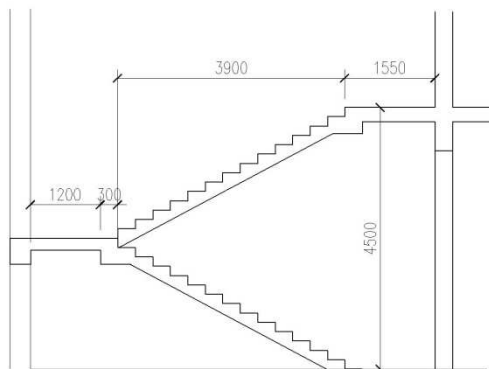
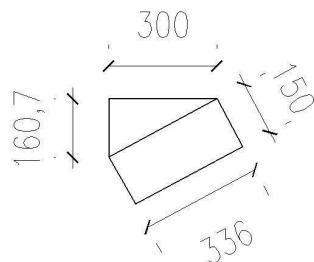
šířka ramene ... $\check{s}_r = 1200 \text{ mm}$

délka ramene ... $l_r = n_r \cdot b = 15 \cdot 300 = 4500 \text{ mm}$

šířka mezipodesty ... $\check{s}_{mp} = 1200 \text{ mm}$

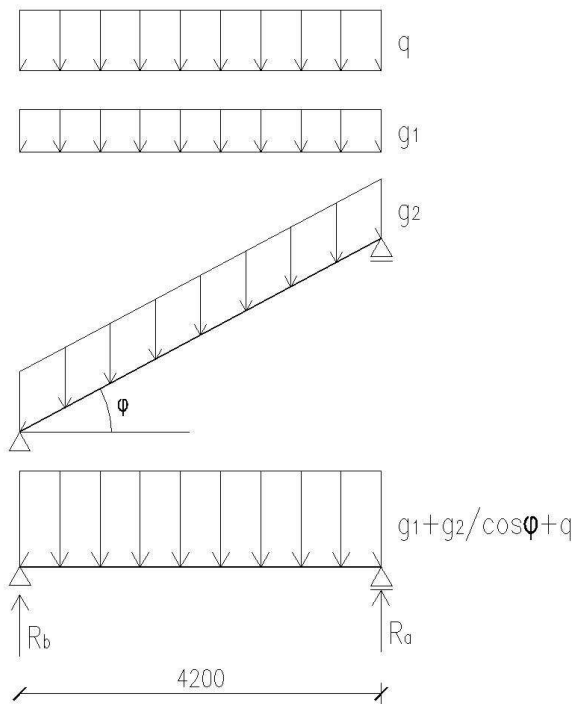
světla šířka ztužícího jádra = celková délka schodiště ... $l = 7950 \text{ mm}$

šířka hlavní podesty s jalovým stupněm ... $\check{s}_{hp} = 1550 \text{ mm}$

Půdorys schodiště*Obr. 9.**Řez schodištěm**Obr. 10.**Schodišťový stupeň**Obr. 11.*

b) Výpočet zatížení od ramen na desku hlavní podesty

Schematické zakreslení složek zatížení



Obr. 12.

q ... užité zatížení ... 5 kN/m^2

g_1 ... stálé zatížení vztaženo na 1 m^2 půdorysu (vlastní tíha stupňů)

g_2 ... stálé zatížení vztaženo na 1 m^2 šikmé délky (vlastní tíha desky – měřeno kolmo k šikmém rameni)

Celkové zatížení na schodišťové rameno ... $g = g_1 + \frac{g_2}{\cos \varphi} + q$

Zatížení od stupňů:

	$A [m^2]$	$b [m]$	$\gamma [kN/m^3]$	$g_k [kN]$
stupeň - ŽB	$\frac{0,3 \cdot 0,1607}{2}$	1,2	25	0,72
nosná ŽB deska	$0,336 \cdot 0,15$	1,2	25	1,51
Omítka (vápenocementová)	$0,336 \cdot 0,015$	1,2	20	0,12

$$g_1 = 0,72 \text{ kN}$$

$$g_2 = 1,51 + 0,12 = 1,63 \text{ kN}$$

$$q = 5 \cdot 0,3 \cdot 1,2 = 1,8 \text{ kN}$$

$$g_k + q_k = g_1 + \frac{g_2}{\cos\varphi} + q = 0,72 + \frac{1,63}{\cos 28,18^\circ} + 1,8 = 4,37 \text{ kN}$$

$$g_d + q_d = g_1 \cdot \gamma_G + \frac{g_2}{\cos\varphi} \cdot \gamma_G + q \cdot \gamma_Q = 0,72 \cdot 1,35 + \frac{1,63}{\cos 28,18^\circ} \cdot 1,35 + 1,8 \cdot 1,5 = 6,17 \text{ kN}$$

Liniové zatížení (hloubka stupně 300mm):

$$g_d + q_d = \sum q_{di} / 0,3 = 20,56 \text{ kN/m}$$

Návrhová hodnota reakce v uložení schodišťového ramene: $R_a = R_b = 43,18 \text{ kN}$

Přepočet na liniové zatížení na desku (šířka ramena 1,2m):

$$g_d + q_d = \frac{R_a}{1,2} = \frac{43,18}{1,2} = 35,98 \text{ kN/m}$$

3.2. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ

3.2.1. Zatížení sněhem

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

μ_i ... tvarový součinitel zatížení sněhem závislý na sklonu střechy

C_e ... součinitel expozice

C_t ... tepelný součinitel (lze uvažovat 1,0)

s_k ... Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

Sněhová oblast Plzeň – Bory: sněhová oblast I

$$s_k = 0,7 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

Plochá střecha – sklon střechy $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ \Rightarrow \mu_1 = 0,8$

Typ krajiny normální $\Rightarrow C_e = 1,0$

$$s = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

3.2.2. Zatížení větrem

Plzeň: větrná oblast II \Rightarrow

charakteristická desetiminutová střední rychlost větru $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

Základní rychlost větru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$

c_{dir} ... součinitel směru větru (obecně $c_{dir} = 1$)

c_{season} ... součinitel ročního období (obecně $c_{season} = 1$)

$$v_b = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

Charakteristická střední rychlost větru $v_m(z)$ ve výšce $z = 19,1 \text{ m}$ nad terénem

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$$

$c_0(z)$... součinitel orografie (pro většinu návrhových situací $c_0(z) = 1$)

$c_r(z)$... součinitel nerovnosti terénu

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \text{ pro } z_{min} \leq z \leq z_{max}$$

z_0 ... délka nerovnosti

z_{min} ... minimální výška

z_{max} ... 200 m

Kategorie terénu IV $\Rightarrow z_0 = 1 \text{ m}, z_{min} = 10 \text{ m}$

k_r ... součinitel terénu

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

$z_{0,II}$... 0,05m (terén kat. II)

$$c_r(19,10) = 0,234 \cdot \ln\left(\frac{19,1}{1,0}\right) = 0,690 \text{ pro } 10 \leq 19,1 \leq 200$$

$$v_m(19,1) = 0,69 \cdot 1 \cdot 25 = 17,25 \text{ m/s}$$

Maximální charakteristický tlak $q_p(z)$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)]^{0,5} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$c_e(z)$... součinitel expozice

q_b ... základní tlak větru ... $q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2$

ρ ... měrná hmotnost vzduchu (většinou $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$)

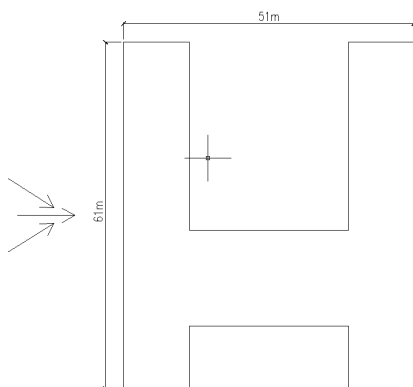
I_v ... vliv turbulenci

$$I_v = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{19,1}{1}\right)} = 0,339$$

k_I ... součinitel turbulence (většinou $k_I = 1$)

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0,339] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 17,25^2 = 627,30 \text{ N/m}^3 = 0,6 \text{ kN/m}^3$$

a) Vítr kolmo na delší stranu objektu - tlak a sání větru w_{\pm}



Obr. 13.

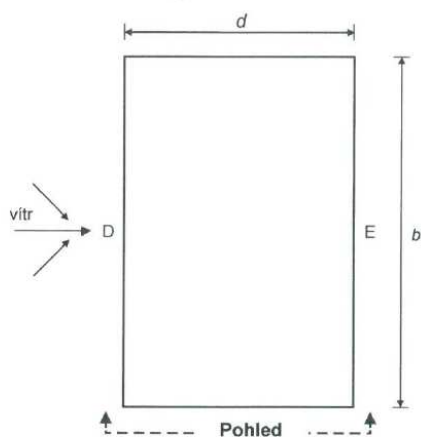
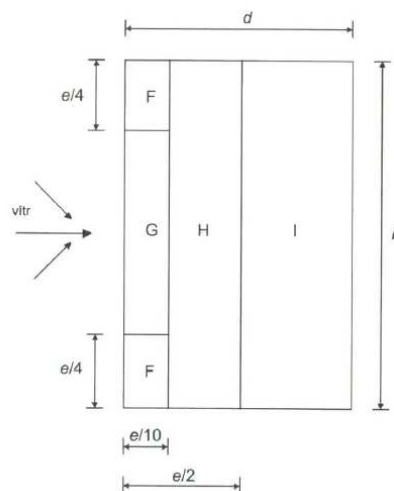
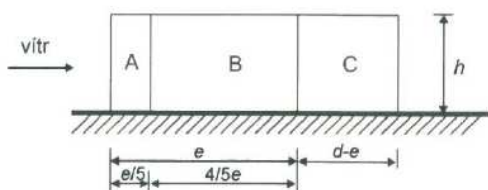
$$h = 19,1$$

$$b = 61\text{m}$$

$$d = 51\text{m}$$

$$h < b \rightarrow 19,1 \text{ m} < 61 \text{ m} \Rightarrow \text{referenční výška } z_e = h = 19,1\text{m}$$

$$e = \min(2h; b) = \min(38,2; 61) = 38,2$$

Půdorys*Obr. 14.**Plochá střecha**Obr. 15.**Pohled***Pohled pro $e < d$** *Obr. 16.*

$$e = 38,2$$

$$e/2 = 19,1 \text{ m}$$

$$e/4 = 9,55 \text{ m}$$

$$e/5 = 7,64 \text{ m}$$

$$e/10 = 3,82 \text{ m}$$

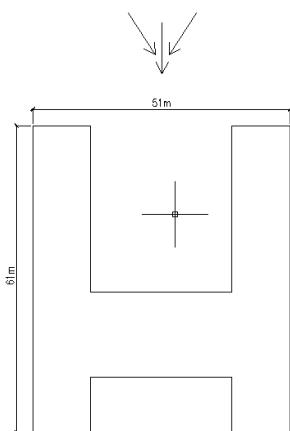
vnější tlak větru w_e :

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 0,60 \cdot c_{pe}$$

c_{pe} ... součinitel vnějšího tlaku ... $h/d = 0,34$, $h_p/h = 0,034$ (střecha s atikou 0,65m)
 \Rightarrow některé hodnoty c_{pe} je nutné interpolovat

Oblast	c_{pe}	w_e [kN/m ²]
A	-1,200	-0,720
B	-0,872	-0,523
C	-0,50	-0,300
D	0,712	0,427
E	-0,324	-0,194
F	-1,528	-0,917
G	-0,972	-0,583
H	-0,700	-0,420
I	$\pm 0,200$	$\pm 0,120$

b) Větr kolmo na kratší stranu objektu - tlak a sání větru w_{\pm} :



Obr. 17.

$$h = 19,1 \text{ m}$$

$$b = 51 \text{ m}$$

$$d = 61 \text{ m}$$

$$h < b \rightarrow 17,25 \text{ m} < 51 \text{ m} \Rightarrow \text{referenční výška } z_e = h = 19,1 \text{ m}$$

$$e = \min(2h; b) = \min(38,2; 51) = 38,2 \text{ m}$$

$$e = 38,2$$

$$e/2 = 19,1 \text{ m}$$

$$e/4 = 9,55 \text{ m}$$

$$e/5 = 7,64 \text{ m}$$

$$e/10 = 3,82$$

$$\text{vnější tlak větru } w_e: w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 0,60 \cdot c_{pe}$$

c_{pe} ... součinitel vnějšího tlaku ... $h/d = 0,31$, $h_p/h = 0,034$ (střecha s atikou 0,65m)
 \Rightarrow některé hodnoty c_{pe} je nutné interpolovat

Oblast	c_{pe}	w_e [kN/m^2]
A	-1,200	-0,720
B	-0,826	-0,496
C	-0,50	-0,300
D	0,708	0,425
E	-0,308	-0,185
F	-1,528	-0,917
G	-0,972	-0,583
H	-0,700	-0,420
I	$\pm 0,200$	$\pm 0,120$

3.2.3. Užité zatížení

a) Podlaží 1.NP – 4.NP:

Kategorie C1: plochy se stoly, např. plochy ve školách

Rovnoměrné charakteristické zatížení

$$q_k = 2,0 \text{ až } \underline{3,0} \text{ kN/m}^2 \Rightarrow q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

b) Střecha:

Kategorie H: střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav

$$q_k = 0,00 \text{ až } \underline{1,0} \text{ kN/m}^2 \Rightarrow q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

4. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH NOSNÝCH PRVKŮ

4.1. PŘEDBĚŽNÁ NÁVRH STROPNÍ DESKY

a) *Dle empirického vztahu*

stropní křížem vyztužená deska po obvodě vetknutá:

orientační rozměr desky dle empirického vzorce ($h_{min} = 100 \text{ mm}$)

$$h = \frac{l_1 + l_2}{105} = \frac{7300 + 5500}{105} = 122 \text{ mm} = \approx 150 \text{ mm}$$

$$h = \frac{l_1 + l_2}{105} = \frac{3500 + 5500}{105} = 86 \text{ mm} = \approx 150 \text{ mm}$$

b) *Dle podmínky vymežující ohybové štíhlosti*

(u desek nosných ve dvou směrech se má posouzení provést pro kratší rozpětí)

$$\lambda = \frac{l}{d} \leq \lambda_d$$

λ ... ohybová štíhlost kontrolovaného prvku

l ... rozpětí prvku ... 7300mm a 5500mm

d ... účinná výška průřezu

λ_d ... vymežující ohybová štíhlost

$$\lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab}$$

κ_{c1} ... závisí na tvaru průřezu, pro obdélníkový průřez $\kappa_{c1} = 1,0$

κ_{c2} ... závisí na rozpětí,

$$l = 5,5 \text{ m} < 7,0 \text{ m} \Rightarrow \kappa_{c2} = 1,0$$

k_{c3} ... součinitel napětí tahové výztuže, $k_{c3} \sim \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}}$

odhad $\frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = 1,1$, $f_{yk} = 500 \text{ MPa} \Rightarrow$, $k_{c3} \sim \frac{500}{500} \cdot 1,1 = 1,1$

$A_{s,prov}$... navržená plocha výztuže v extrémně namáhaném průřezu

$A_{s,req}$... plocha výztuže potřebná k přenesení extrémního momentu

$\lambda_{d,tab}$... tabulková hodnota vymežující ohybové štíhlosti

Pro slabě namáhaný beton $\rho = 0,5\%$ a třída betonu C30/37 a desku nosnou ve dvou směrech

$\lambda_{d,tab} = 26$ (krajní pole obousměrně pnuté desky spojitě ve směru kratšího rozpětí)

$$\lambda_d = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 26 = 28,6$$

$$d \geq \frac{l}{\lambda_d} = \frac{5500}{28,6} = 192,31 \text{ mm} \cong 200 \text{ mm}$$

Posouzení ohybové štíhlosti:

$$\lambda = \frac{l}{d} \leq \lambda_d$$

$$\frac{5500}{200} = 27,5 \leq 28,6$$

\Rightarrow Tloušťka stropní desky je zvolena jako zprůměrovaná hodnota výpočtu dle empirického vzorce a podmínky vymežující ohybové štíhlosti.

$\Rightarrow \mathbf{h = 180 \text{ mm}}$

4.2. PŘEDBĚŽNÁ NÁVRH PRŮVLAKU

$$h = \frac{l}{12} \div \frac{l}{8} = \frac{7300}{12} \div \frac{7300}{8} = 608 \div 912 \Rightarrow 650 \text{ mm}$$

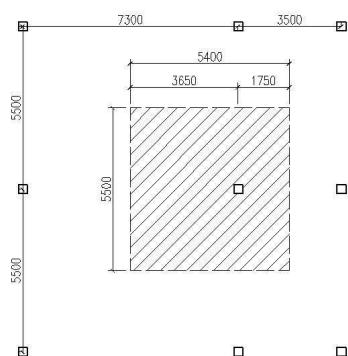
$$b = 300 \text{ mm}$$

4.3. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH VNITŘNÍHO SLOUPU

- musí být splněna podmínka:

$$N_{ed} \leq N_{rd} = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + \rho_s \cdot A_c \cdot f_{yd}$$

Zatěžující šířka sloupu

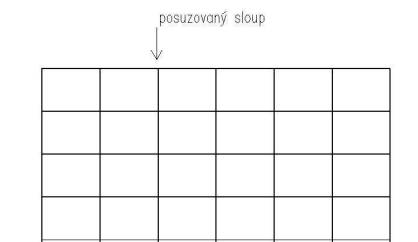


Obr. 18.

$$\text{Zatěžovací plocha na sloupu: } A = 5,5 \cdot 5,4 = 29,7 \text{ m}^2$$

- předpokládaný rozměr 350x350mm

Řez konstrukcí



Obr. 19.

a) Výpočet normálové síly N_{ed} v patě sloupu 1.NP

Stálé zatížení: $g_d = g_k \cdot \gamma_G \cdot A \cdot n$

Název kce	g_k [kN/m^2]	γ_G [-]	A [m^2]	n [-]	g_d [kN]
stropní deska	$0,18 \cdot 25$	1,35	29,7	4	721,71
podlaha	1,28	1,35	29,7	3	153,96
příčky	1,75	1,35	29,7	3	210,50
střecha	1,27	1,35	29,7	1	50,92
vlastní tíha sloupu	$(4,50 - 0,18) \cdot 25$	1,35	$0,35 \cdot 0,35$	4	71,44
průvlaky	$0,47 \cdot 25$	1,35	$0,35 \cdot (5,5 - 0,35) + 0,35 \cdot (5,4 - 0,35)$	4	226,52
$\sum g_d$					1435,05 kN

Proměnné zatížení: $q_d = q_k \cdot \gamma_Q \cdot A \cdot n$

Název kce	q_k [kN/m^2]	γ_Q [-]	A [m^2]	n [-]	q_d [kN]
Užitné - patro	3,0	1,5	$29,7 - 0,35 \cdot 0,35$	$\alpha_n \cdot 3$	359,37
Užitné - střecha	0,75	1,5	29,7	1	33,41
sníh	0,56	1,5	29,7	1	24,95
$\sum q_d$					417,73 kN

α_n ... redukční součinitel pro užitná zatížení působící na sloupy, dle ČSN – EN – 1991 – 1 – 1

$$\alpha_n = \frac{2+(n-2) \cdot \psi_o}{n}$$

n ... počet podlaží stejné kategorie nad zatíženými nosnými prvky ... 3

ψ_o ... doporučený součinitel pro plochy kategorie C ... 0,7

$$\alpha_n = \frac{2+(3-2) \cdot 0,7}{3} = 0,9$$

Celková návrhová síla působící na sloup: $N_{Ed} = \sum g_d + \sum q_d = 1852,78 \text{ kN}$

b) Materiálové charakteristiky

Beton C 30/37:

Charakteristická pevnost betonu v tlaku: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost betonu v tlaku: $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$

Výztuž B500 B:

Charakteristická pevnost výztuže v tahu (mez kluzu): $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost výztuže v tahu: $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}$

ρ_s ... odhadnutý stupeň vyztužení ... 0,02

c) Návrh rozměry sloupu

$$A_c = \frac{N_{Ed}}{0,8 \cdot f_{cd} + \rho_s \cdot f_{yd}} = \frac{1852,78 \cdot 10^3}{0,8 \cdot 20 \cdot 10^6 + 0,02 \cdot 434,8 \cdot 10^6} = 0,07502 \text{ m}^2 = 75023,5 \text{ mm}^2 \Rightarrow$$

273,90 mm

\Rightarrow ***návrh 350x350mm***

d) *Posouzení navržených rozměrů*

$$N_{Rd} = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + \rho_s \cdot A_c \cdot f_{yd} \geq N_{Ed}$$

$$N_{Rd} = 0,8 \cdot 350 \cdot 350 \cdot 20 + 0,02 \cdot 350 \cdot 350 \cdot 434,8 = 3025,3 \text{ kN} \geq 1852,78 \text{ kN}$$

- Předběžný návrh rozměrů vyhovuje

5. NÁVRH A POSOUZENÍ STROPNÍ DESKY

Stropní konstrukce je ve svislém směru zatížena stálými a proměnnými složkami zatížení.

Stálá zatížení jsou od vlastní tíhy nosné konstrukce, skladby podlah, obvodového pláště a příček.

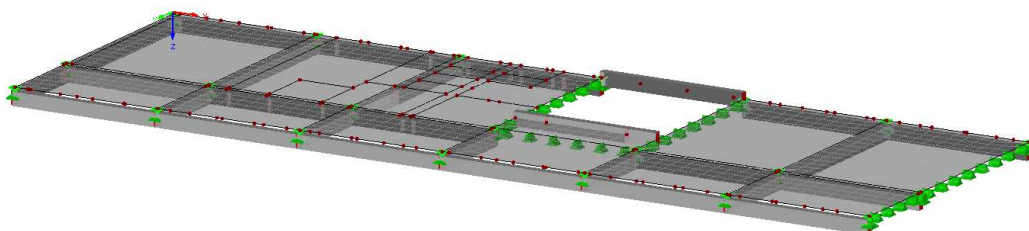
Proměnné zatížení je dáno užitným zatížením podle druhu provozu.

5.1. VÝPOČTOVÝ MODEL

Stropní deska 1. NP v dilatačním celku č. 1

- Stropní konstrukce je modelování pomocí programu DLUBAL RFEM
- Model je 2D
- Průvlaky jsou zadány jako žebra se spolupůsobící šířkou $1/8$ délky průvlaku
- Sloupy jsou nahrazeny uzlovou podporou pružného podepření s upravenou sítí
- Železobetonové stěny jako liniové pevné podpory s vetknutím rovnoběžným ve směru stropních desek
- Použité materiály - beton C30/37 a betonářská ocel B500B

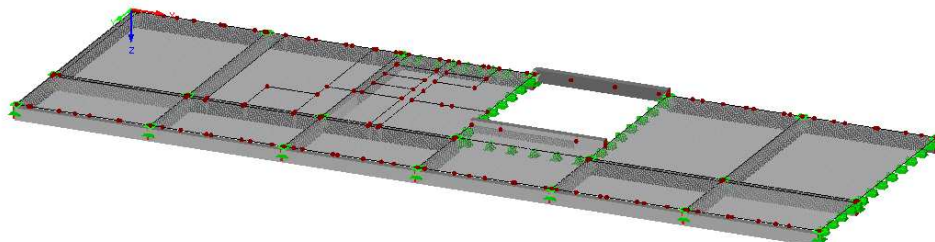
Výpočtový model



Obr. 20.

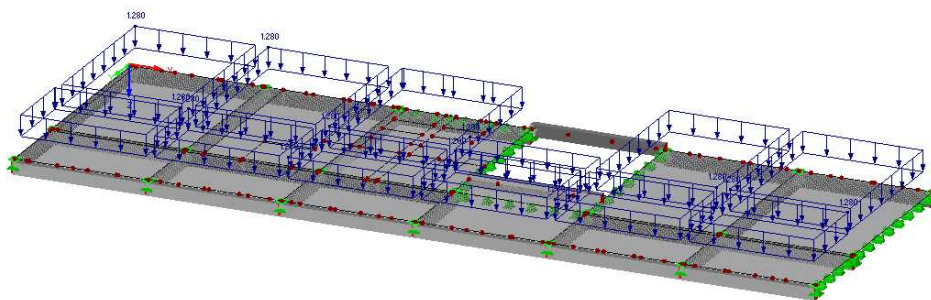
5.2. ZATĚŽUJÍCÍ STAVY

ZS1 - vlastní tíha nosné konstrukce - zadáno jako součinitel ve směru zohledňující vlastní tíhu



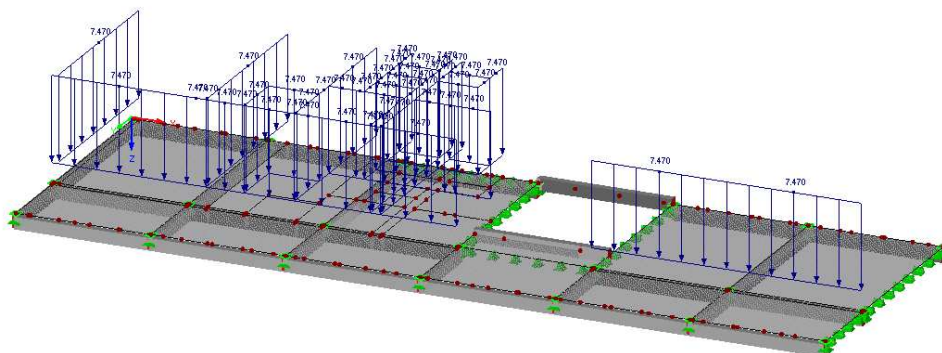
Obr. 21.

ZS2 – podlaha - $g_k = 1,28 \text{ kN/m}^2$



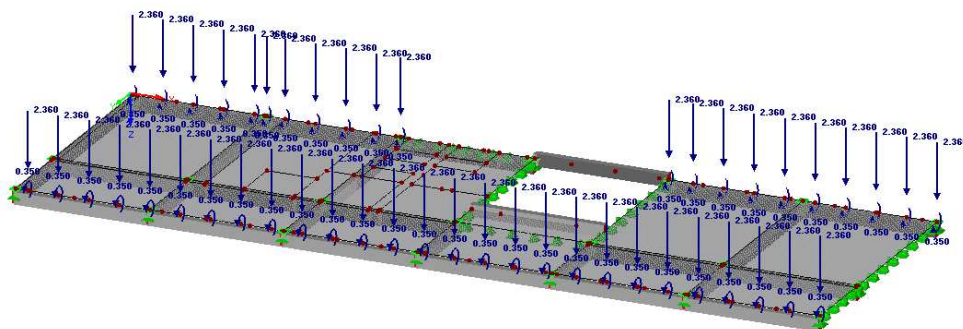
Obr. 22

ZS3 – příčky - $g_k = 7,61 \text{ kN/m}$



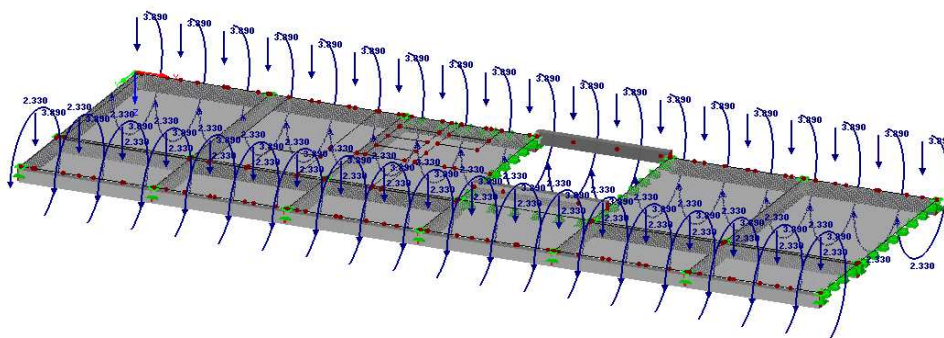
Obr. 23.

ZS4 – proskleněná fasáda - $F_k = 2,36 \text{ kN}$, $M_k = 0,35 \text{ kNm}$,



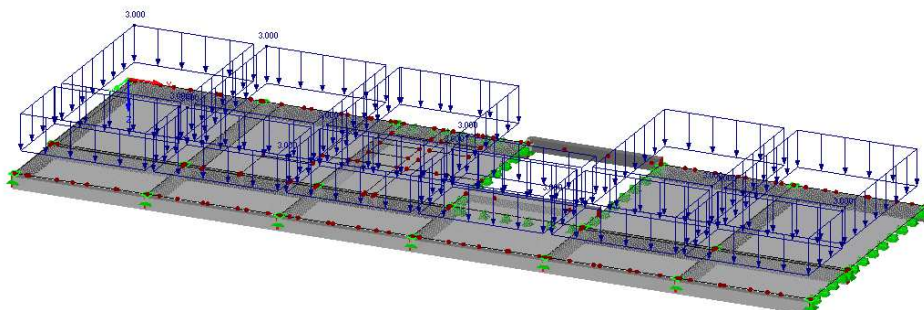
Obr. 24.

ZS5 – zastiňující fasáda - $F_k = 3,89 \text{ kN}$, $M_k = 2,33 \text{ kNm}$



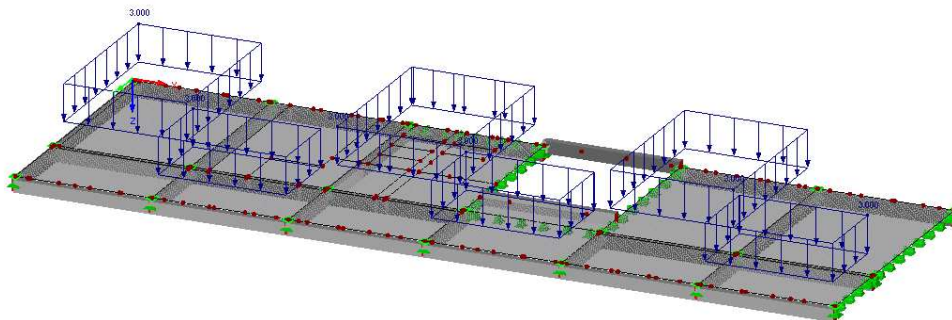
Obr. 25.

ZS6 – užité zátížení plné - $g_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$



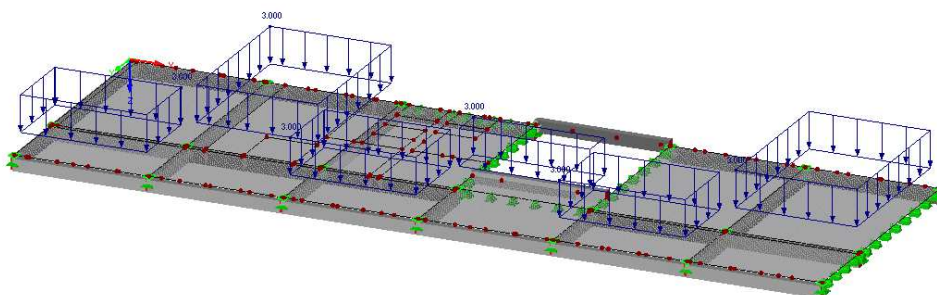
Obr. 26.

ZS7 – užité zátížení šachovnicově 1 - $g_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$



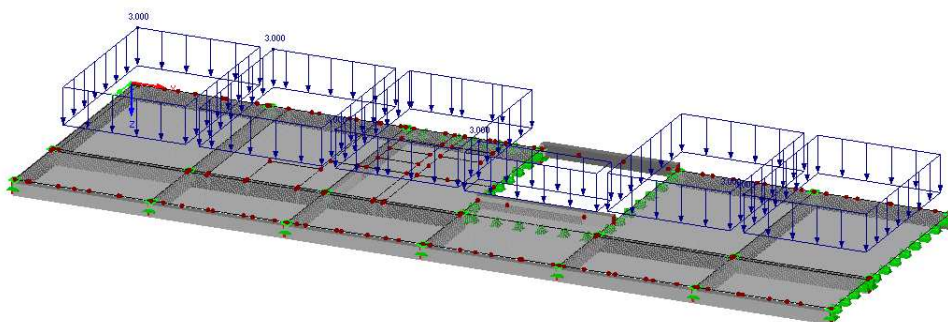
Obr. 27.

ZS8 – užité zátížení šachovnicově 2 - $g_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$



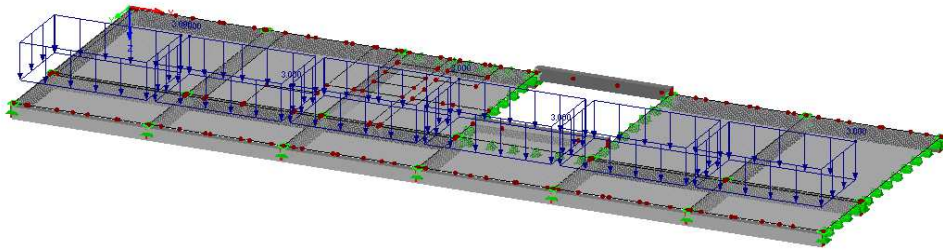
Obr. 28.

ZS9 – užité zátížení podélný pruh 1 - $g_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$



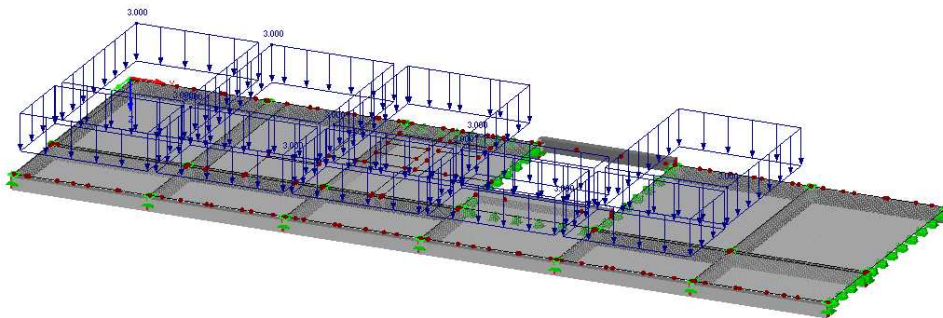
Obr. 29.

ZS10 – užité zátížení podélný pruh 2 - $g_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$



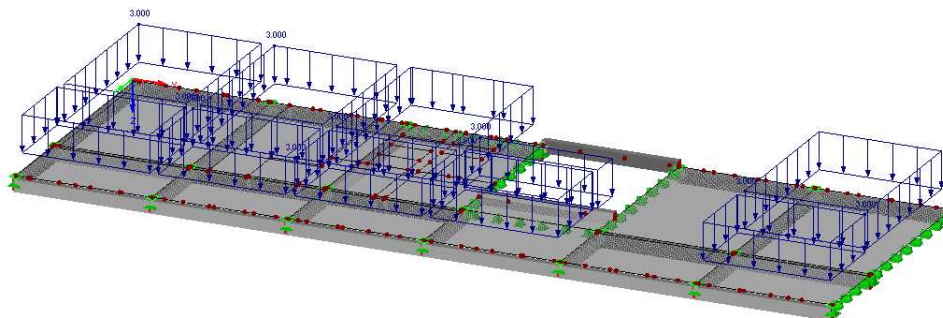
Obr. 30.

ZS11 – užité zátížení příčný pruh 1 - $g_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$

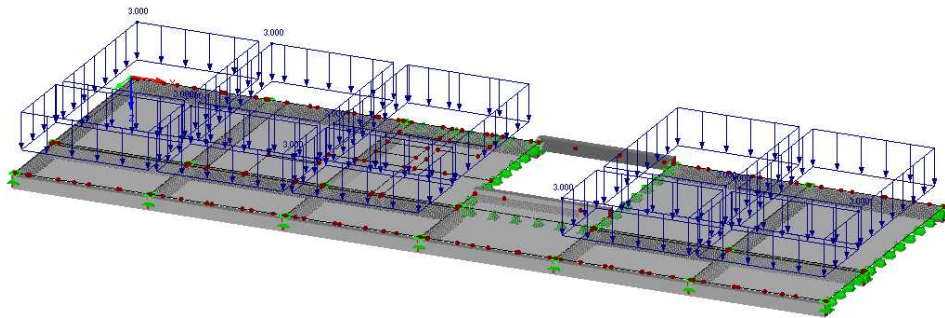
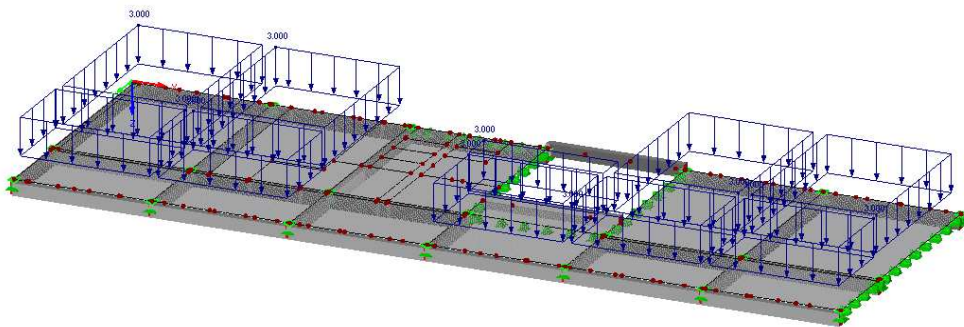
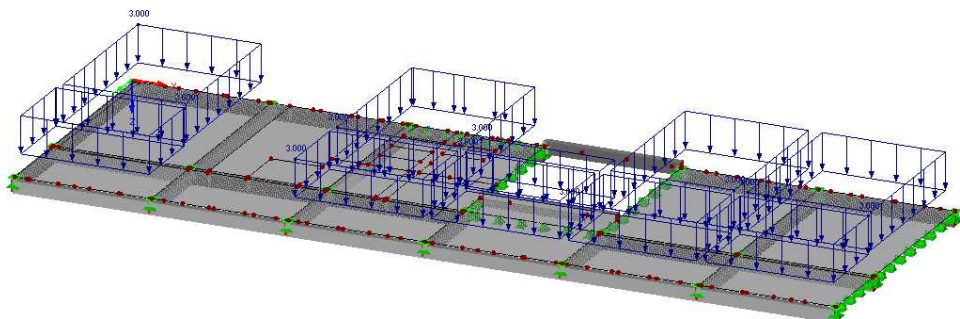


Obr. 31.

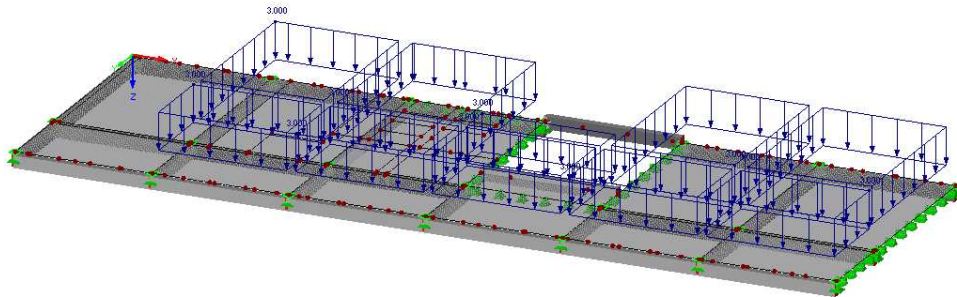
ZS12 – užité zátížení příčný pruh 2 - $g_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$



Obr. 32.

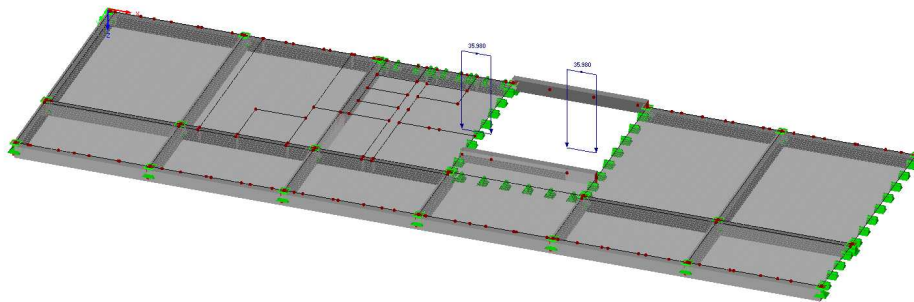
ZS13 – užité zátížení příčný pruh 3 - $g_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$ *Obr. 33.***ZS14 – užité zátížení příčný pruh 4 - $g_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$** *Obr. 34.***ZS15 – užité zátížení příčný pruh 5 - $g_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$** *Obr. 35.*

ZS16 – užité zátížení příčný pruh 6 - $g_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$



Obr. 36.

ZS17 – stálé schodiště - $g_d + q_d = 35,98 \text{ kN/m}$



Obr. 37.

5.3. KOMBINACE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ

	ZS 1	ZS 2	ZS 3	ZS 4	ZS 5	ZS 6	ZS 7	ZS 8	ZS 9	ZS1 0	ZS1 1	ZS1 2	ZS1 3	ZS1 4	ZS1 5	ZS1 6	ZS1 7
KZS 1	x	x	x	x	x												x
KZS 2	x	x	x	x	x	x											x
KZS 3	x	x	x	x	x		x										x
KZS 4	x	x	x	x	x			x									x
KZS 5	x	x	x	x	x				x								x
KZS 6	x	x	x	x	x					x							x
KZS 7	x	x	x	x	x						x						x
KZS 8	x	x	x	x	x							x					x
KZS 9	x	x	x	x	x								x				x
KZS 10	x	x	x	x	x									x			x
KZS 11	x	x	x	x	x										X		x
KZS 12	x	x	x	x	x											x	x
KZS 13	Únosnost																

Kombinace dle ČSN EN 1990, rovnice 6.10:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Qi} \psi_{Oi} Q_{ki}$$

G_{kj} ... stálá zatížení ... ZS1 – ZS5, ZS17

γ_{Gj} ... nepříznivý účinek ... 1,35

P ... zatížení od předpětí ... 0

Q_{k1} ... hlavní proměnné zatížení ... ZS6 až ZS16

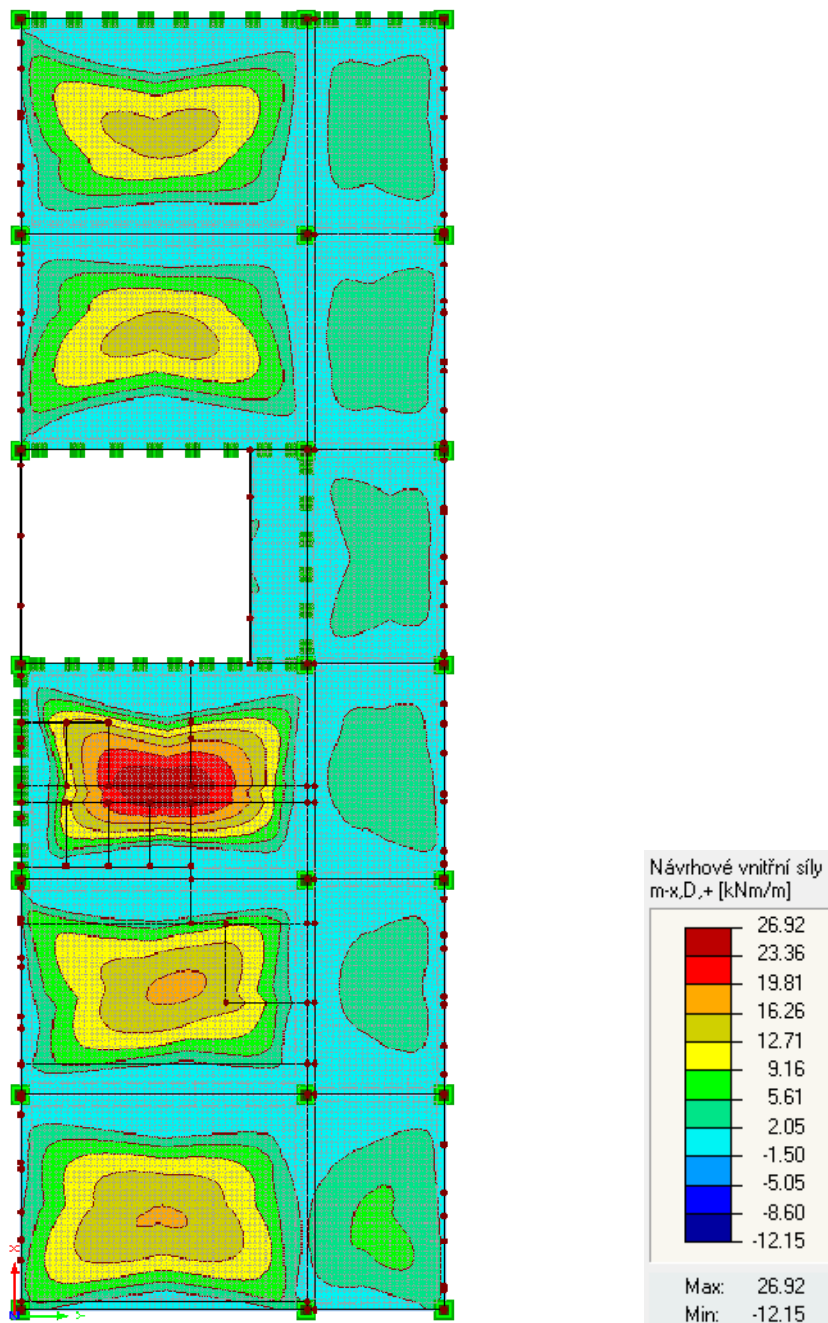
γ_{Q1} ... nepříznivý účinek ... 1,50

Q_{ki} ... vedlejší proměnná zatížení ... 0

ψ_{Oi} ... užité zatížení kategorie C ... 0,7

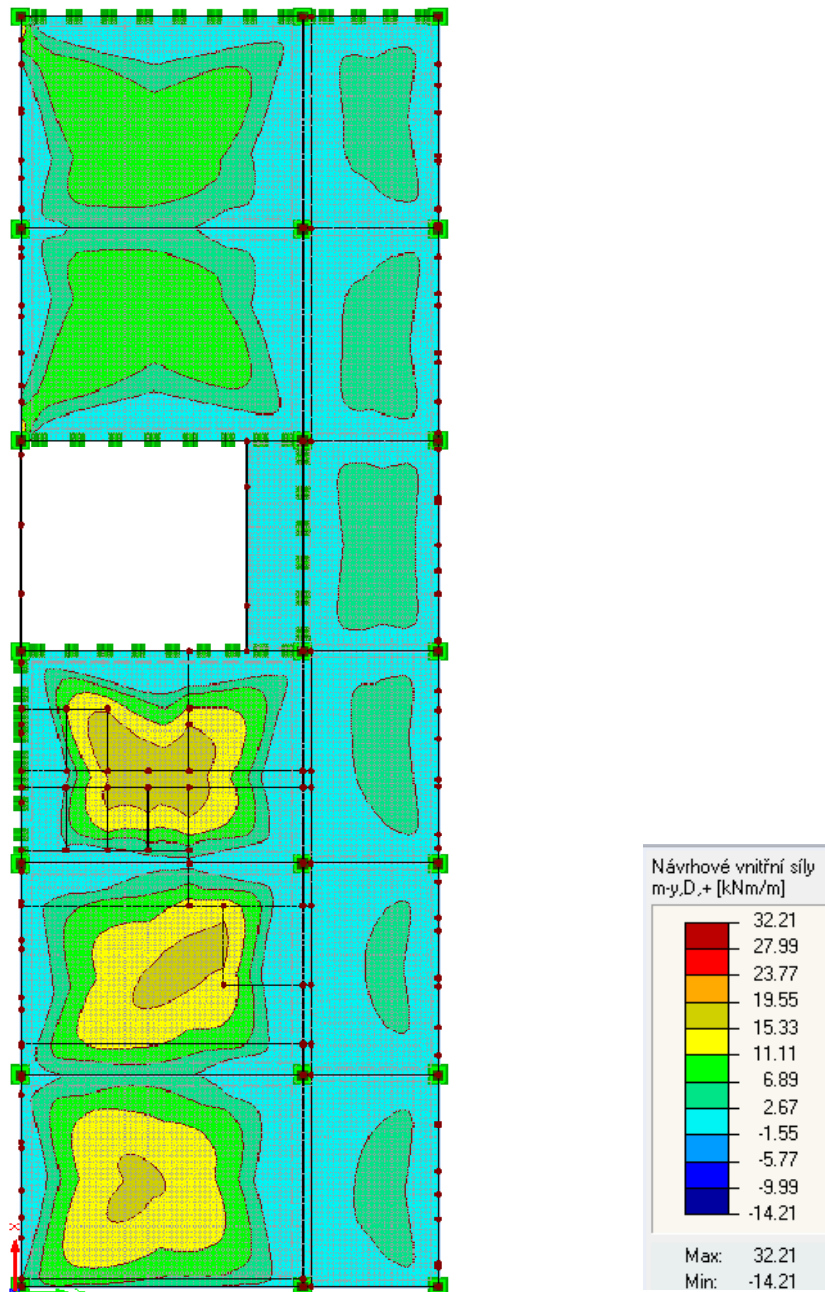
5.4. NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY – KZS13 - únosnost

$m_{x,D+}$... moment pro posouzení ve směru lokální osy x na kladné straně plochy
(tzn. na straně ve směru kladné osy z dané plochy – spodní strana desky)



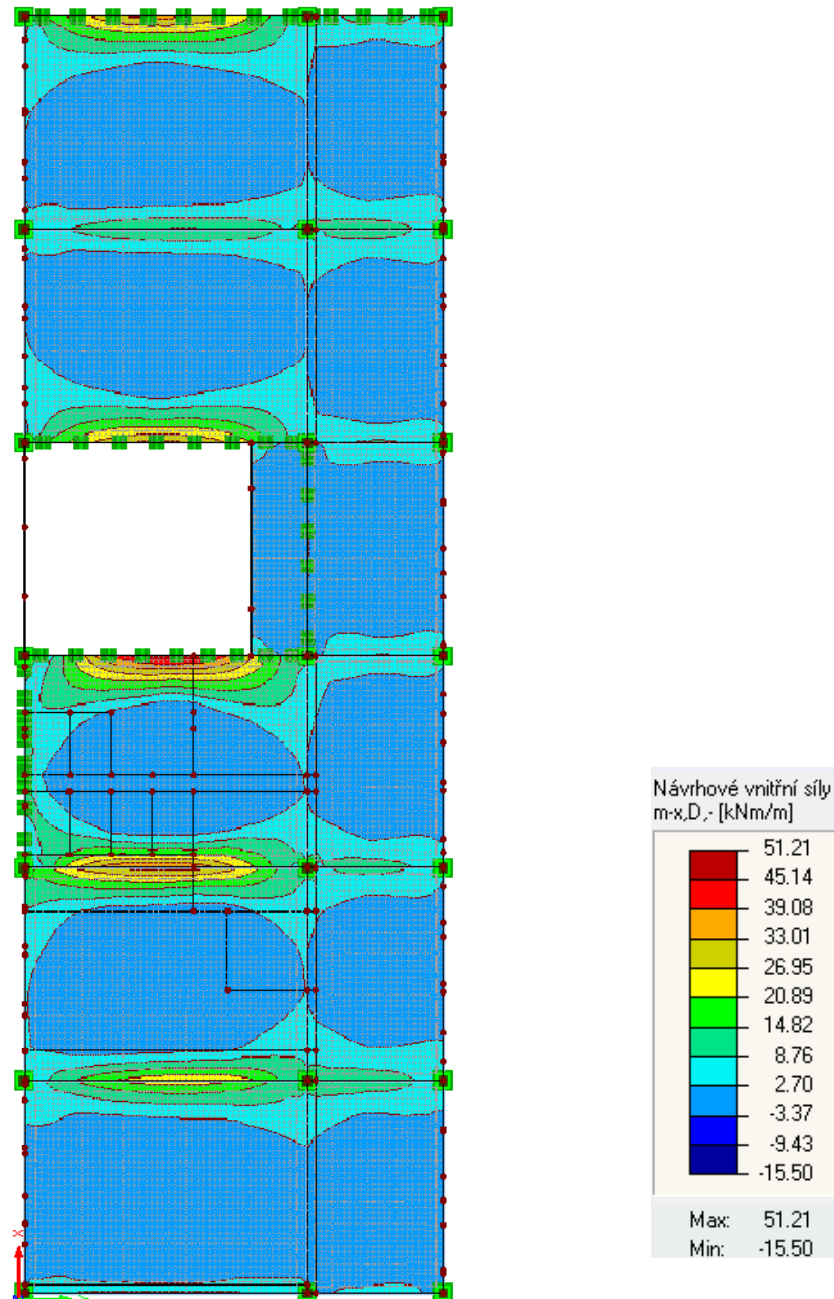
Obr. 38.

$m_{y,D+}$... moment pro posouzení ve směru lokální osy y a kladné straně plochy (tzn. na straně ve směru kladné osy z dané plochy – spodní strana desky)



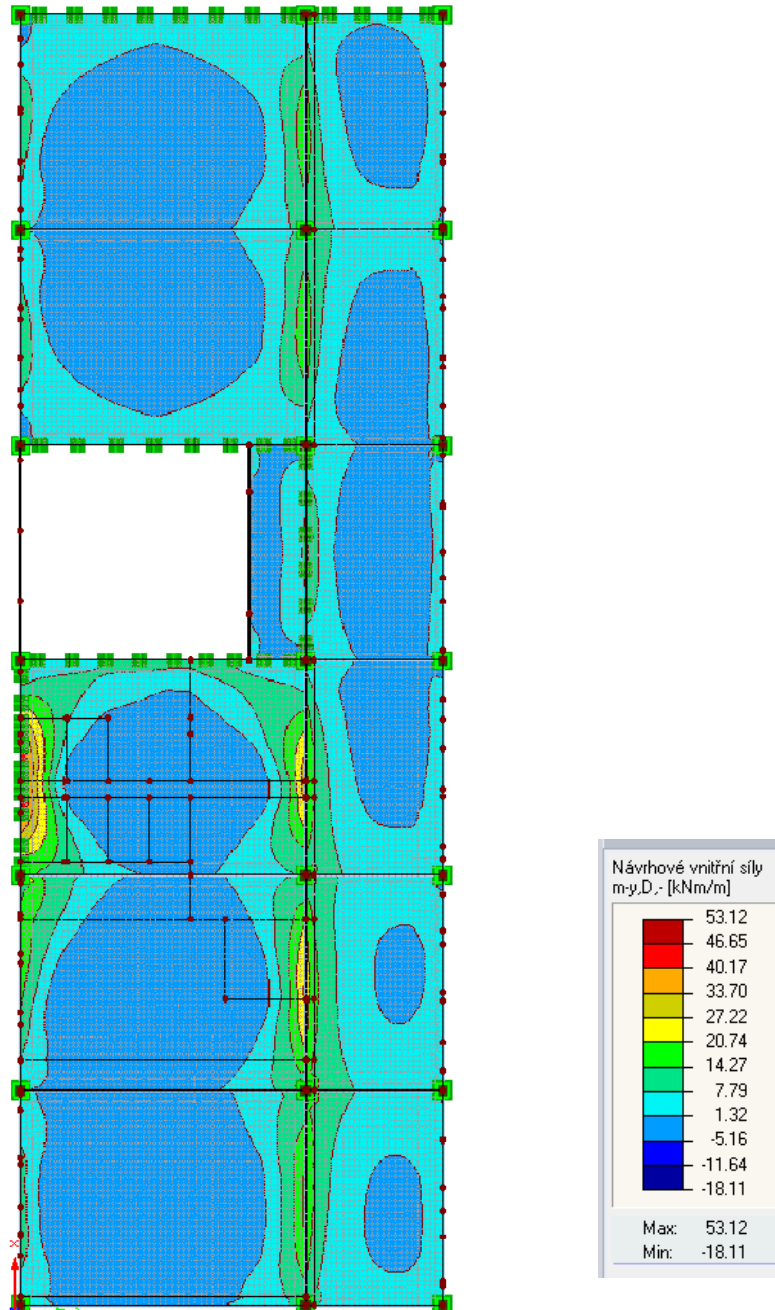
Obr. 39.

$m_{x,D-}$... moment pro posouzení ve směru lokální osy x na záporné straně plochy –
horní strana desky



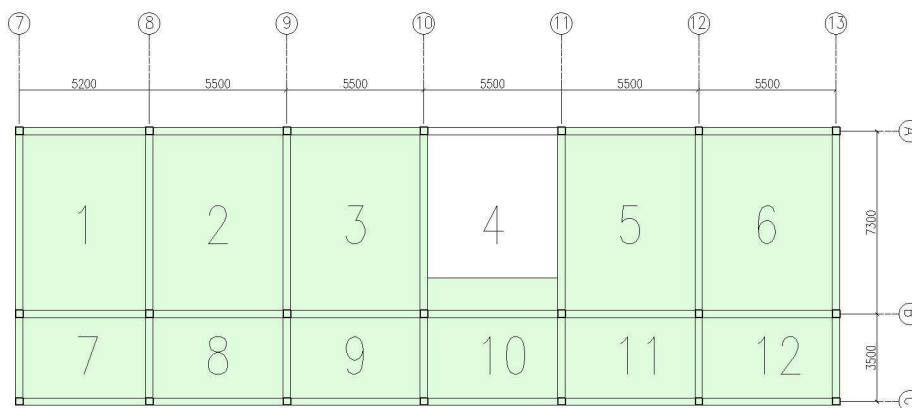
Obr. 40.

$m_{y,D}$ – ... moment pro posouzení ve směru lokální osy x na záporné straně plochy – horní strana desky



Obr. 41.

5.5. ROZDĚLENÍ OBLASTÍ DIMENZOVÁNÍ



Obr. 42.

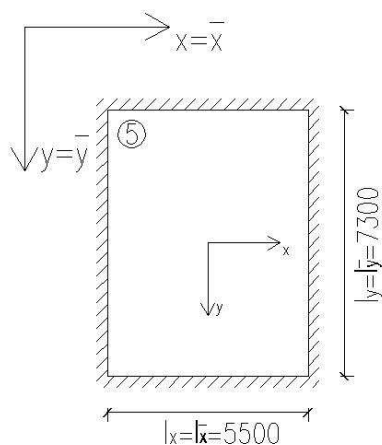
5.6. PŘIBLIŽNÁ KONTROLA OHYBOVÝCH MOMENTŮ

Výpočet momentů dle teorie plasticity:

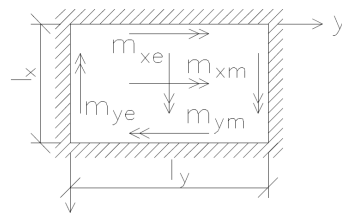
- Kontrola bude provedena pro pole desky č. 5, 6, 11 a 12

Deska č. 5 a 6:

Typ podepření



Obr. 43.



Obr. 44.

$l_{\bar{x}}$... kratší rozpětí ... $l_{\bar{x}} = 5,5m$, $l_{\bar{y}} = 7,3 m$

$$m_0 = f_d \cdot l_{\bar{x}}^2 = [(1,28 + 0,18 \cdot 25) \cdot 1,35 + 3,0 \cdot 1,5] \cdot 5,5^2 = 12,28 \cdot 5,5^2 = 371,35 \text{ kNm/m}$$

$$l_{\bar{y}}/l_{\bar{x}} = 7,3/5,5 = 1,33 \Rightarrow \beta_{xe} = -0,047, \beta_{xm} = 0,036, \beta_{ye} = -0,032, \beta_{ym} = 0,024$$

Momenty v podpoře:

$$m_{xe} = \beta_{xe} \cdot m_0 = -17,45 \text{ kNm/m}$$

$$m_{ye} = \beta_{ye} \cdot m_0 = -11,88 \text{ kNm/m}$$

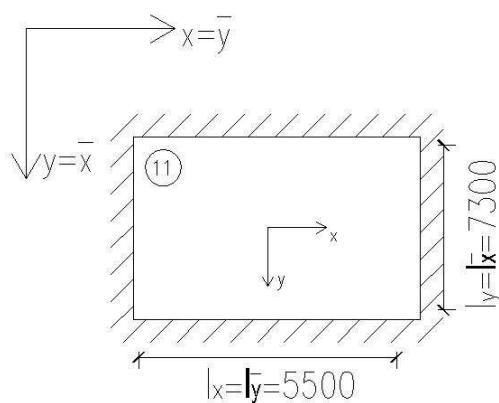
Momenty v poli:

$$m_{xm} = \beta_{xm} \cdot m_0 = 13,37 \text{ kNm/m}$$

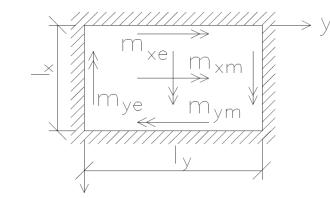
$$m_{ym} = \beta_{ym} \cdot m_0 = 8,91 \text{ kNm/m}$$

Deska č. 11 a 12

Typ podepření



Obr. 45.



Obr. 46.

$l_{\bar{x}}$... kratší rozpětí ... $l_{\bar{x}} = 3,5m, l_{\bar{y}} = 5,5 m$

$$m_0 = f_d \cdot l_{\bar{x}}^2 = [(1,28 + 0,18 \cdot 25) \cdot 1,35 + 3,0 \cdot 1,5] \cdot 3,5^2 = 12,28 \cdot 3,5^2 = 150,43 \text{ kNm/m}$$

$$l_{\bar{y}}/l_{\bar{x}} = 5,5/3,5 = 1,57 \Rightarrow \beta_{xe} = -0,053, \beta_{xm} = 0,040, \beta_{ye} = -0,032, \beta_{ym} = 0,024$$

Momenty v podpoře:

$$m_{xe} = \beta_{xe} \cdot m_0 = -8,00 \text{ kNm/m}$$

$$m_{ye} = \beta_{ye} \cdot m_0 = -4,81 \text{ kNm/m}$$

Momenty v poli:

$$m_{xm} = \beta_{xm} \cdot m_0 = 6,07 \text{ kNm/m}$$

$$m_{ym} = \beta_{ym} \cdot m_0 = 3,61 \text{ kNm/m}$$

Srovnání s výpočtem v RFEMU:

momenty v poli	Deska 5		Deska 6		Deska 11		Deska 12	
	Ruční výpočet	RFEM	Ruční výpočet	RFEM	Ruční výpočet	RFEM	Ruční výpočet	RFEM
m_{xm}	17,45	13,54	15,1	13,53	6,07	4,45	6,07	4,44
m_{ym}	8,9	12,24	10,2	12,24	3,61	5,79	3,61	5,47

Momenty v podpoře	Rozhraní 5/6		Rozhraní 5/11		Rozhraní 11/12		Rozhraní 6/12	
	Ruční výpočet	RFEM	Ruční výpočet	RFEM	Ruční výpočet	RFEM	Ruční výpočet	RFEM
m_{xe}	-17,45	- 18,61			-8,00	-13,3		
m_{ye}			(-4,81- 11,88)/2=- 8,35	- 19,03			(-4,81- 11,88)/2=- 8,35	- 18,79

Ručně spočtené hodnoty ohybových momentů v poli jsou srovnatelné se softwarovým výpočtem v RFEMU.

Hodnoty nad podporami ve směru se liší už výrazněji. Rozdíl je dán zatížením od příček. Ty do výpočetního programu nebylo zadávané jako plošné, ale jako liniové zatížení na skutečném umístění příček v objektu. Příčka je rovnoběžná s průvlakovou podporou mezi deskami 5, 11 a 6, 12 na vnitřním okraji desky 11 a 12. Proto se jejich zatížení projevilo pouze ve výsledném momentu v podpoře a ne v poli.

V ručním výpočtu s touto hodnotou zatížení příček nebylo počítáno.

5.7. NÁVRH A POSOUZENÍ NA OHYBOVÝ MOMENT

5.7.1. Vstupní hodnoty

Stěně barevné oblasti budou dimenzovány na stejnou hodnotu ohybového momentu, která je silně zvýrazněna.

DOLNÍ LÍC STROPNÍ DESKY – NÁVRH VÝZTUŽE V POLI		
Deska č.	$M_{Ed,x,d}$	$M_{Ed,y,d}$
1	16,48	15,76
2	16,95	16,43
3	26,92	18,87
4	2,31	2,52
5	13,96	10,88
6	13,97	10,87
7	6,26	4,67
8	3,74	3,86
9	4,57	5,18
10	3,70	6,51
11	4,64	5,90
12	4,69	5,61

HORNÍ LÍC STROPNÍ DESKY - NÁVRH VÝZTUŽE NAD PODPOROU			
Rozhraní desek	$M_{Ed,x,h}$	Rozhraní desek	$M_{Ed,y,h}$
Ve směru globální osy x		Ve směru globální osy y	
Levý okraj 1	10,27	Levý okraj 1	12,38
1/2	26,31	1/7	22,89
2/3	39,83	Pravý okraj 7	7,84
Pravý okraj 3	51,21	Levý okraj 2	19,60
3/4	20,08	2/8	29,21
4/5	15,06	Pravý okraj 8	7,28
5/6	15,62	Levý okraj 3	53,12
Levý okraj 5	34,75	3/9	32,62
Pravý okraj 6	34,72	Pravý okraj 9	7,34
Levý okraj 7	5,75	Levý okraj 4	4,18
7/8	14,11	4/10	14,93
8/9	12,51	Pravý okraj 10	5,94
9/10	9,28	Levý okraj 5	13,11
10/11	9,92	5/11	20,23
11/12	13,32	Pravý okraj 11	7,61
Pravý okraj 12	12,05	Levý okraj 6	13,31
		6/12	19,91
		Pravý okraj 12	7,21

Vliv prostředí: XC1 (suché prostředí – beton uvnitř budov s nízkou vlhkostí)

Třída konstrukce: S4

Beton: C30/37

Výztuž: B500B

5.7.2. Návrh krytí výztuže

Jmenovitá (nominální) hodnota betonové krycí vrstvy:

$$c \geq c_{nom}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

c_{min} ... minimální hodnota krytí

Δc_{dev} ... přídavek na návrhovou odchylku ... doporučená hodnota $\Delta c_{dev} = 5$ až 10mm

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10\text{mm} \}$$

$c_{min,b}$... minimální krycí vrstva s přihlédnutím k požadavkům soudržnosti

$c_{min,dur}$... minimální krycí vrstva s přihlédnutím k podmínkám prostředí

$\Delta c_{dur,\gamma}$... přídavná hodnota z hlediska spolehlivosti

$\Delta c_{dur,st}$... redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli

$\Delta c_{dur,add}$... redukce minimální krycí vrstvy při použití dodateční ochrany (např. povlak výztuže)

$$c_{min,b} \geq \phi$$

ϕ ... předpokládaný průměr výztužného prutu ... $\phi = 10\text{mm} \Rightarrow c_{min,b} = 10\text{mm}$

$c_{min,dur} = 15mm$, pro vliv prostředí XC1 a třídu konstrukce S4

Hodnoty $\Delta c_{dur,\gamma}$; $\Delta c_{dur,st}$; $\Delta c_{dur,add}$ jsou uvedeny v Národní příloze ČSN EN,

Doporučené hodnoty $\Delta c_{dur,\gamma} = 0$; $\Delta c_{dur,st} = 0$ (pokud se nepoužije nerezavějící ocel), $\Delta c_{dur,add} = 0$ (pokud se neprovede dodatečná ochrana oceli proti korozi)

$$c_{min} = \max\{10; 15 + 0 - 0 - 0; 10 \text{ mm}\} = 15mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = 25mm \Rightarrow$$

Navržená tloušťka krycí vrstvy ... $c = c_{nom} = 25 \text{ mm}$

5.7.3. Vzorce potřebné k posouzení

a) Návrh výztuže

Potřebná plocha výztuže pro:

$$A_{s,req} = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}}\right)$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \dots \text{návrhová pevnost betonu v tlaku}$$

M_{Ed} ... návrhový ohybový moment

b ... šířka průřezu

$$d = h - c - \frac{\phi}{2} \dots \text{účinná výška průřezu}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \dots \text{návrhová hodnota meze kluzu výztuže}$$

$A_{s,req}$... staticky nutná plocha výztuže potřebná k přenesení extrémního momentu

b) Konstrukční zásady pro vyztužování

$$A_{s,min} < A_s < A_{s,max}$$

Minimální plocha výztuže ... $A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$

Maximální plocha výztuže ... $A_{s,max} \leq 0,04 \cdot A_c$

f_{ctm} ... střední hodnota pevnosti betonu v tahu

f_{yk} ... charakteristická hodnota meze kluzu výztuže

b_t ... průměrná šířka tažené části průřezu

A_c ... plocha betonového průřezu

Kontrola vzdálenosti výztuže:

Maximální vzdálenost výztuže - nosná výztuž ... $s_{max,slabs} \leq 2h \wedge s_{max,slabs} \leq 300$

Min. světlá vzdálenost výztuže - nosná ... $s_u = s - \phi_s, s_u > \max\{1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5mm; 20mm\}$

Max. podélná vzdálenost třmínek ... $s_{max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot g \alpha)$

Maximální vzdálenost výztuže - rozdělovací ... $s_{max,slabs} \leq 3h \wedge s_{max,slabs} \leq 400$

Minimální plocha výztuže - rozdělovací ... $A_{ss} > 0,2 \cdot A_{s1}$

$\phi_{s,max}$... maximální průměr výztuže

$A_{s1} = A_{s,prov} = A_s$... skutečná průřezová plocha výztuže

d_g ... průměr největšího zrna kameniva

\propto ... úhel svírající třmínky s podélnou osou prvku

h ... výška průřezu

s ... vzdálenost výztuže

c) *Omezení šířky trhlin*

$$A_{s,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot \frac{A_{ct}}{\sigma_s} \left[\frac{mm^2}{m'} \right]$$

k_c ... *pro ohyb* ... $k_c = 0,4$... vliv rozdělení před vznikem trhlin

$k = 1,0$... vliv nerovnoměrných rozdělení vlastních napětí

$f_{ct,eff} \sim f_{ctm}$... účinná pevnost při vzniku trhliny

$A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2}$... tažená oblast průřezu těsně před vznikem trhliny

$\sigma_s = \max f_{yk}$... maximální napětí ve výztuži po vzniku trhliny

d) *Kontrola přetvoření výztuže*

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} \cdot (d - x) > \varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s}$$

e) *Dimenzování desky*

Vzdálenost neutrální osy od tlačeneho okraje = výška tlačené oblasti: $x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$

$$\xi = \frac{x}{d} \leq \xi_{bal,1}$$

$$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}} = \frac{700}{700 + f_{yd}}$$

Rameno vnitřních sil: $z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$

$\lambda = 0,8$... součinitel definující efektivní výšku tlačené zóny ... pro betony běžných pevností ($f_{yk} \leq 50 \text{ MPa}$)

$\eta = 1,0$... součinitel tlakové pevnosti pro betony běžných pevností ($f_{yk} \leq 50 \text{ MPa}$)

Moment na mezi únosnosti: $M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z > M_{Ed}$

$\gamma_c; \gamma_s$... součinitel spolehlivosti materiálu

ξ ... poměrná výška tlačené oblasti... součinitel vyjadřující stupeň využití tlačené plochy průřezu

5.7.4. NÁVRH A POSOUZENÍ OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI DESKA

NÁVRH A POSOUZENÍ OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI PRŮŘEZU DLE ČSN 1992-1-1

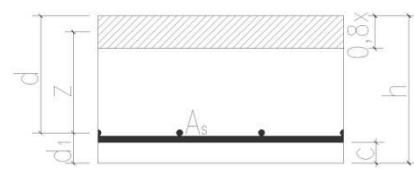
Posuzovaný směr namáhání: <i>osa x</i>	Posuzovaný okraj desky: <i>spodní strana</i>	Posuzovaná oblast: <i>pole desky č. 1, 2, 3</i>	
Materiálové charakteristiky		Krytí výztuže	
BETON C30/37		Stupeň vlivu prostředí:	XC1
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm} 2,9 MPa	Konstrukční třída:	S4
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck} 30 MPa	$c_{min,b}$	10 mm
	γ_c 1,5 -	$c_{min,dur}$	15 mm
	α_{cc} 1,0 -	$\Delta c_{dur,\gamma}$	0 mm
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd} 20 MPa	$\Delta c_{dur,st}$	0 mm
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk 0,05}$ 2,0 MPa	$\Delta c_{dur,add}$	0 mm
Přetvoření betonu	ε_{cu3} 3,5 ‰	$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$	25 mm
OCEL B500B			
Modul pružnosti	E_s 200 GPa		
Charakteristická mez kluzu	f_{yk} 500 MPa		
	γ_s 1,15 -		
návrhová mez kluzu	f_{yd} 434,8 MPa		
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$ 0,00217 -		
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$ 26,92 kNm		
Předběžný návrh výztuže		Návrh výztuže	
Navrhaný průměr výztuže	ϕ 8 mm	d_s	8 mm
Výška průřezu	h 180 mm	S	100 mm
Šířka pásu	b 1000 mm	Průřezová plocha výztuže:	
Staticky účinná výška	$d = h - c - \frac{\phi_x}{2}$ 151,0 mm		
Součinitel	λ 0,8 -	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} =$	
Součinitel	η 1,0 -		
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right) =$ 0,000423 m ²	5,0265 · 10 ⁻⁴	m ²
Skutečná plocha výztuže			
Průměr výztuže	ϕ 8 mm		
Vzdálenost výztuže	s 100 mm		
Světlá vzdálenost výztuže	s_u 92 mm		
Plocha výztuže	A_s 0,000503 m ²		
Posouzení			
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$ 13,66 mm		Podmínka únosnosti: $M_{Rd} > M_{Ed}$
Účinná výška	$d = h - c - \frac{\phi}{2}$ 151 mm		
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$ 145,54 mm		
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$ 31,81 kNm		
$M_{Rd} = 31,81 \text{ kNm} > M_{Ed} = 26,92 \text{ kNm}$		\Rightarrow VYHOVÍ	Rezerva: 15,36 %

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,090$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,090 \leq 0,617 \wedge 0,090 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}}$	
Pro $\varepsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,000228 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,000196 \text{ m}^2$ $A_s = 0,0005027 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,0005027 \geq 0,000228 > 0,000196$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{1000 \cdot 180}{2} = 90000 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002088 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,000502 \geq 0,0002088$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,18 = 0,00720 \text{ mm}^2$ $A_s = 0,0005027 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,0005027 \leq 0,0072$	vyhovuje
Maximální vzdálenost výztuže:	$s_{max,slabs} \leq 2h \wedge s_{max,slabs} \leq 300$	
$s_{max,slabs} = 2h = 360 \text{ mm}$ $s_{max,slabs} = 300 \text{ mm}$ $s = 100 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq 2h \wedge s \leq 300$ $100 \leq 360 \wedge 100 \leq 300$	vyhovuje
Min. světlá vzdálenost výztuže:	$s_u = s - \phi_s, s_{u,min} > \max\{1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$	
$s_{u,min} = 25 \text{ mm}$ $s_u = 100 - 8 = 92 \text{ mm}$	Podmínka: $s_u \geq s_{u,min}$ $92 \geq 25$	vyhovuje

NÁVRH A POSOUZENÍ OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI PRŮŘEZU DLE ČSN 1992-1-1

Posuzovaný směr namáhání: <i>osa y</i>	Posuzovaný okraj desky: <i>spodní strana</i>	Posuzovaná oblast: <i>pole desky č. 1, 2, 3</i>	
Materiálové charakteristiky			Krytí výztuže
BETON C30/37			Stupeň vlivu prostředí: XC1
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa
	γ_c	1,5	-
	α_{cc}	1,0	-
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk\ 0,05}$	2,0	MPa
Přetvoření betonu	ε_{cu3}	3,5	‰
OCEL B500B			tloušťka
Modul pružnosti	E_s	200	GPa
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa
	γ_s	1,15	-
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-
Návrhový ohybový moment:		$M_{Ed} =$	18,87 kNm
Předběžný návrh výztuže			Návrh výztuže
Navrhovaný průměr výztuže	ϕ	8	mm
Výška průřezu	h	180	mm
Šířka pásu	b	1000	mm
Staticky účinná výška	$d = h - c - \phi_x - \frac{\phi_y}{2}$	141,0	mm
Součinitel	λ	0,8	-
Součinitel	η	1,0	-
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right) =$	0,000311	m ²
			Průřezová plocha výztuže: $A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} =$
			$3,510 \cdot 10^{-4}$ m²
Skutečná plocha výztuže			
Průměr výztuže	ϕ	8	mm
Vzdálenost výztuže	s	150	mm
Světlá vzdálenost výztuže	s_u	142	mm
Plocha výztuže	A_s	0,000351	mm ²
Posouzení			
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	9,11	mm
Účinná výška	$d = h - c - \phi_x - \frac{\phi_y}{2}$	143,0	mm
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	139,36	mm
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	20,34	kNm
$M_{Rd} = 20,34 \text{ kNm} > M_{Ed} = 18,87 \text{ kNm}$		\Rightarrow VYHOVÍ	Rezerva: 7,10 %



Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,063$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,063 \leq 0,617 \wedge 0,063 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}}$	
Pro $\varepsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,000216 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,000186 \text{ m}^2$ $A_s = 0,0003351 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,000335 \geq 0,000216 > 0,000186$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{1000 \cdot 180}{2} = 90000 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002088 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,0003351 \geq 0,0002088$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,18 = 0,0072 \text{ m}^2$ $A_s = 0,000335 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,000335 \leq 0,0072$	vyhovuje
Maximální vzdálenost výztuže:	$s_{max,slabs} \leq 2h \wedge s_{max,slabs} \leq 300$	
$s_{max,slabs} = 2h = 360 \text{ mm}$ $s_{max,slabs} = 300 \text{ mm}$ $s = 150 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq 2h \wedge s \leq 300$ $150 \leq 360 \wedge 150 \leq 300$	vyhovuje
Min. světlá vzdálenost výztuže:	$s_u = s - \phi_s, s_{u,min} > \max\{1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$	
$s_{u,min} = 25 \text{ mm}$ $s_u = 150 - 8 = 142 \text{ mm}$	Podmínka: $s_u \geq s_{u,min}$ $142 \geq 25$	vyhovuje

NÁVRH A POSOUZENÍ OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI PRŮŘEZU DLE ČSN 1992-1-1

Posuzovaný směr namáhání: <i>osa x</i>		Posuzovaný okraj desky: <i>spodní strana</i>		Posuzovaná oblast: <i>pole desky č. 5,6</i>	
Materiálové charakteristiky				Krytí výztuže	
BETON C30/37				Stupeň vlivu prostředí: XC1	
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa	Konstrukční třída: S4	tloušťka
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa	$c_{min,b}$	10 mm
	γ_c	1,5	-	$c_{min,dur}$	15 mm
	α_{cc}	1,0	-	$\Delta c_{dur,\gamma}$	0 mm
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa	$\Delta c_{dur,st}$	0 mm
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk 0,05}$	2,0	MPa	$\Delta c_{dur,add}$	0 mm
Přetvoření betonu	ε_{cu3}	3,5	‰	$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$	25 mm
OCEL B500B					
Modul pružnosti	E_s	200	GPa		
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa		
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa		
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-		
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$	13,96	kNm		
Předběžný návrh výztuže				Návrh výztuže	
Navrhovaný průměr výztuže	ϕ	8	mm	d_s	8 mm
Výška průřezu	h	180	mm	s	200 mm
Šířka pásu	b	1000	mm	Průřezová plocha výztuže:	
Staticky účinná výška	$d = h - c - \frac{\phi_x}{2}$	151	mm	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} =$	
Součinitel	λ	0,8	-	$2,5133 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$	
Součinitel	η	1,0	-		
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{bd\eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_{Ed}}{bd^2\eta f_{cd}}}\right) =$	0,000216	m^2		
Skutečná plocha výztuže					
Průměr výztuže	ϕ	8	mm		
Vzdálenost výztuže	s	200	mm		
Světlá vzdálenost výztuže	s_u	192	mm		
Plocha výztuže	A_s	0,000251	mm^2		
Posouzení					
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	6,83	mm	Podmínka únosnosti: $M_{Rd} > M_{Ed}$	
Účinná výška	$d = h - c - \frac{\phi}{2}$	151	mm		
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	148,27	mm		
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	16,20	kNm		
$M_{Rd} = 16,20 \text{ kNm} > M_{Ed} = 13,96 \text{ kNm} \Rightarrow$ VYHOVÍ Rezerva: 13,84 %					

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,045$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,045 \leq 0,617 \wedge 0,045 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}}$	
Pro $\varepsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,000228 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,000196 \text{ m}^2$ $A_s = 0,0002513 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,0002513 \geq 0,000228 > 0,000196$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{1000 \cdot 180}{2} = 90000 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002088 \text{ mm}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,0002513 \geq 0,0002088$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,18 = 0,0072 \text{ mm}^2$ $A_s = 0,0002513 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,0002513 \leq 0,0072$	vyhovuje
Maximální vzdálenost výztuže:	$s_{max,slabs} \leq 2h \wedge s_{max,slabs} \leq 300$	
$s_{max,slabs} = 2h = 360 \text{ mm}$ $s_{max,slabs} = 300 \text{ mm}$ $s = 200 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq 2h \wedge s \leq 300$ $200 \leq 360 \wedge 200 \leq 300$	vyhovuje
Min. světlá vzdálenost výztuže:	$s_u = s - \phi_s, s_{u,min} > \max\{1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$	
$s_{u,min} = 25 \text{ mm}$ $s_u = 200 - 8 = 198 \text{ mm}$	Podmínka: $s_u \geq s_{u,min}$ $198 \geq 25$	vyhovuje

NÁVRH A POSOUZENÍ OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI PRŮŘEZU DLE ČSN 1992-1-1

Posuzovaný směr namáhání: <i>osa y</i>		Posuzovaný okraj desky: <i>spodní strana</i>		Posuzovaná oblast: <i>pole desky č. 5,6</i>	
Materiálové charakteristiky				Krytí výztuže	
BETON C30/37				Stupeň vlivu prostředí: XC1	
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa	Konstrukční třída: S4	tloušťka
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa	$c_{min,b}$	10 mm
	γ_c	1,5	-	$c_{min,dur}$	15 mm
	α_{cc}	1,0	-	$\Delta c_{dur,\gamma}$	0 mm
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa	$\Delta c_{dur,st}$	0 mm
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk 0,05}$	2,0	MPa	$\Delta c_{dur,add}$	0 mm
Přetvoření betonu	ε_{cu3}	3,5	‰	$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$	25 mm
OCEL B500B					
Modul pružnosti	E_s	200	GPa		
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa		
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa		
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-		
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$	10,88	kNm		
Předběžný návrh výztuže				Návrh výztuže	
Navrhovaný průměr výztuže	ϕ	8	mm	d_s	8 mm
Výška průřezu	h	180	mm	s	200 mm
Šířka pásu	b	1000	mm	Průřezová plocha výztuže:	
Staticky účinná výška	$d = h - c - \phi_x - \frac{\phi_y}{2}$	143	mm	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} =$	
Součinitel	λ	0,8	-	$2,513 \cdot 10^{-4} \quad m^2$	
Součinitel	η	1,0	-		
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right) =$	0,000177	m^2		
Skutečná plocha výztuže					
Průměr výztuže	ϕ	8	mm		
Vzdálenost výztuže	s	200	mm		
Světlá vzdálenost výztuže	s_u	192	mm		
Plocha výztuže	A_s	0,000251	mm^2		
Posouzení					
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	6,83	mm	Podmínka únosnosti:	
Účinná výška	$d = h - c - \phi_x - \frac{\phi_y}{2}$	143	mm	$M_{Rd} > M_{Ed}$	
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	140,27	mm		
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	15,33	kNm		
$M_{Rd} = 15,33 \text{ kNm} > M_{Ed} = 10,88 \text{ kNm} \Rightarrow$ VYHOVÍ Rezerva: 29,02 %					

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,048$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,048 \leq 0,617 \wedge 0,048 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}}$	
Pro $\varepsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,000216 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,000186 \text{ m}^2$ $A_s = 0,000251 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,000251 \geq 0,000216 > 0,000186$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{1000 \cdot 180}{2} = 9000 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002088 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,0002513 \geq 0,0002088$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,20 = 0,0072 \text{ mm}^2$ $A_s = 0,000251 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,000251 \leq 0,0072$	vyhovuje
Maximální vzdálenost výztuže:	$s_{max,slabs} \leq 2h \wedge s_{max,slabs} \leq 300$	
$s_{max,slabs} = 2h = 360 \text{ mm}$ $s_{max,slabs} = 300 \text{ mm}$ $s = 200 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq 2h \wedge s \leq 300$ $200 \leq 360 \wedge 200 \leq 300$	vyhovuje
Min. světlá vzdálenost výztuže:	$s_u = s - \phi_s, s_{u,min} > \max\{1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$	
$s_{u,min} = 25 \text{ mm}$ $s_u = 200 - 8 = 192 \text{ mm}$	Podmínka: $s_u \geq s_{u,min}$ $192 \geq 25$	vyhovuje

NÁVRH A POSOUZENÍ OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI PRŮŘEZU DLE ČSN 1992-1-1

Posuzovaný směr namáhání: <i>osa x</i>	Posuzovaný okraj desky: <i>spodní strana</i>	Posuzovaná oblast: <i>pole desky č. 4,7,8,9,10,11,12</i>		
Materiálové charakteristiky				Krytí výztuže
BETON C30/37				Stupeň vlivu prostředí: XC1
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa	Konstrukční třída: S4
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa	tloušťka
	γ_c	1,5	-	$c_{min,b}$ 10 mm
	α_{cc}	1,0	-	$c_{min,dur}$ 15 mm
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa	$\Delta c_{dur,\gamma}$ 0 mm
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk 0,05}$	2,0	MPa	$\Delta c_{dur,st}$ 0 mm
Přetvoření betonu	ϵ_{cu3}	3,5	‰	$\Delta c_{dur,add}$ 0 mm
				$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$ 25 mm
OCEL B500B				
Modul pružnosti	E_s	200	GPa	
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa	
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa	
	$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-	
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$	6,26	kNm	
Předběžný návrh výztuže				Návrh výztuže
Navrhovaný průměr výztuže	ϕ	8	mm	d_s 8 mm
Výška průřezu	h	180	mm	s 200 mm
Šířka pásu	b	1000	mm	Průřezová plocha výztuže:
Staticky účinná výška	$d = h - c - \frac{\phi_x}{2}$	151	mm	
Součinitel	λ	0,8	-	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} =$
Součinitel	η	1,0	-	$2,513 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{bd\eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_{Ed}}{bd^2\eta f_{cd}}}\right) =$	0,000096	m^2	
Skutečná plocha výztuže				
Průměr výztuže	ϕ	8	mm	
Vzdálenost výztuže	s	200	mm	
Světlá vzdálenost výztuže	s_u	192	mm	
Plocha výztuže	A_s	0,000251	mm^2	
Posouzení				
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	6,83	mm	Podmínka únosnosti: $M_{Rd} > M_{Ed}$
Účinná výška	$d = h - c - \frac{\phi}{2}$	151	mm	
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	148,27	mm	
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	16,20	kNm	
$M_{Rd} = 16,20 \text{ kNm} > M_{Ed} = 6,26 \text{ kNm} \Rightarrow$ VYHOVÍ Rezerva: 61,36 %				

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,045$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,045 \leq 0,617 \wedge 0,045 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}}$	
Pro $\varepsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,000228 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,000196 \text{ m}^2$ $A_s = 0,0002513 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,000251 \geq 0,000228 > 0,000196$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{1000 \cdot 180}{2} = 90000 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002088 \text{ mm}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,0002513 \geq 0,0002088$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,18 = 0,0072 \text{ mm}^2$ $A_s = 0,0002513 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,000251 \leq 0,0072$	vyhovuje
Maximální vzdálenost výztuže:	$s_{max,slabs} \leq 2h \wedge s_{max,slabs} \leq 300$	
$s_{max,slabs} = 2h = 360 \text{ mm}$ $s_{max,slabs} = 300 \text{ mm}$ $s = 200 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq 2h \wedge s \leq 300$ $200 \leq 360 \wedge 200 \leq 300$	vyhovuje
Min. světlá vzdálenost výztuže:	$s_u = s - \phi_s, s_{u,min} > \max\{1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$	
$s_{u,min} = 25 \text{ mm}$ $s_u = 200 - 8 = 192 \text{ mm}$	Podmínka: $s_u \geq s_{u,min}$ $192 \geq 25$	vyhovuje

NÁVRH A POSOUZENÍ OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI PRŮŘEZU DLE ČSN 1992-1-1

Posuzovaný směr namáhání: <i>osa y</i>	Posuzovaný okraj desky: <i>spodní strana</i>	Posuzovaná oblast: <i>pole desky č. 4,7,8,9,10,11,12</i>		
Materiálové charakteristiky				Krytí výztuže
BETON C30/37				Stupeň vlivu prostředí: XC1
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa	Konstrukční třída: S4
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa	tloušťka
	γ_c	1,5	-	$c_{min,b}$ 10 mm
	α_{cc}	1,0	-	$c_{min,dur}$ 15 mm
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa	$\Delta c_{dur,\gamma}$ 0 mm
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk 0,05}$	2,0	MPa	$\Delta c_{dur,st}$ 0 mm
Přetvoření betonu	ε_{cu3}	3,5	‰	$\Delta c_{dur,add}$ 0 mm
				$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$ 25 mm
OCEL B500B				
Modul pružnosti	E_s	200	GPa	
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa	
	γ_s	1,15	-	
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa	
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-	
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$	6,51	kNm	
Předběžný návrh výztuže				Návrh výztuže
Navrhovaný průměr výztuže	ϕ	8	mm	d_s 8 mm
Výška průřezu	h	180	mm	s 200 mm
Šířka pásu	b	1000	mm	Průřezová plocha výztuže:
Staticky účinná výška	$d = h - c - \phi_x - \frac{\phi_y}{2}$	143	mm	
Součinitel	λ	0,8	-	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} =$
Součinitel	η	1,0	-	$2,5133 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right) =$	0,000106	m^2	
Skutečná plocha výztuže				
Průměr výztuže	ϕ	8	mm	
Vzdálenost výztuže	s	200	mm	
Světlá vzdálenost výztuže	s_u	192	mm	
Plocha výztuže	A_s	0,000251	mm^2	
Posouzení				
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	6,83	mm	Podmínka únosnosti: $M_{Rd} > M_{Ed}$
Účinná výška	$d = h - c - \phi_x - \frac{\phi_y}{2}$	143	mm	
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	140,27	mm	
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	15,33	kNm	
$M_{Rd} = 15,33 \text{ kNm} > M_{Ed} = 6,51 \text{ kNm} \Rightarrow$ VYHOVÍ Rezerva: 57,53 %				

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,048$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,048 \leq 0,617 \wedge 0,048 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{sy}}$	
Pro $\epsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,000216 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,000186 \text{ m}^2$ $A_s = 0,0002513 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,000251 \geq 0,000216 > 0,000186$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{1000 \cdot 180}{2} = 90000 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002088 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,0002513 \geq 0,0002088$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,18 = 0,0072 \text{ mm}^2$ $A_s = 0,0002513 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,0002513 \leq 0,0072$	vyhovuje
Maximální vzdálenost výztuže:	$s_{max,slabs} \leq 2h \wedge s_{max,slabs} \leq 300$	
$s_{max,slabs} = 2h = 360 \text{ mm}$ $s_{max,slabs} = 300 \text{ mm}$ $s = 200 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq 2h \wedge s \leq 300$ $200 \leq 360 \wedge 200 \leq 300$	vyhovuje
Min. světlá vzdálenost výztuže:	$s_u = s - \phi_s, s_{u,min} > \max\{1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$	
$s_{u,min} = 25 \text{ mm}$ $s_u = 200 - 8 = 192 \text{ mm}$	Podmínka: $s_u \geq s_{u,min}$ $192 \geq 25$	vyhovuje

NÁVRH A POSOUZENÍ OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI PRŮŘEZU DLE ČSN 1992-1-1

Posuzovaný směr namáhání:	Posuzovaný okraj desky:	Posuzovaná oblast:		
<i>osa x</i>	<i>Horní strana</i>	<i>l.o. 1,7, p.o. 12, 5/6, 7/8, 8/9, 9/10, 10/11, 11/12,</i>		
Materiálové charakteristiky			Krytí výztuže	
BETON C30/37			Stupeň vlivu prostředí: XC1	
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa	
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa	
	γ_c	1,5	-	
	α_{cc}	1,0	-	
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa	
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk\ 0,05}$	2,0	MPa	
Přetvoření betonu	ε_{cu3}	3,5	‰	
OCEL B500B			$c_{min,b}$ 10 mm	
Modul pružnosti	E_s	200	GPa	
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa	
	γ_s	1,15	-	
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa	
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-	
Návrhový ohybový moment:			$\Delta c_{dur,\gamma}$ 0 mm	
	$M_{Ed} =$	15,62	kNm	
			$\Delta c_{dur,st}$ 0 mm	
			$\Delta c_{dur,add}$ 0 mm	
			$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$ 25 mm	
Předběžný návrh výztuže				
Navrhovaný průměr výztuže	ϕ	12		mm
Výška průřezu	h	180		mm
Šířka pásu	b	1000		mm
Statically účinná výška	$d = h - c - \frac{\phi_x}{2}$	149		mm
Součinitel	λ	0,8		-
Součinitel	η	1,0		-
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right) =$	0,000246	m ²	
Návrh výztuže			Průřezová plocha výztuže:	
			$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} =$	
			4,524 · 10 ⁻⁴ m ²	
Skutečná plocha výztuže				
Průměr výztuže	ϕ	12	mm	
Vzdálenost výztuže	s	250	mm	
Světla vzdálenost výztuže	s_u	238	mm	
Plocha výztuže	A_s	0,000452	mm ²	
Posouzení				
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	12,29	mm	Podmínka únosnosti:
Účinná výška	$d = h - c - \frac{\phi}{2}$	149	mm	
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	144,08	mm	
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	28,34	kNm	
$M_{Rd} = 28,34 \text{ kNm} > M_{Ed} = 15,62 \text{ kNm}$		\Rightarrow VYHOVÍ	Rezerva:	44,88 %

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,083$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,083 \leq 0,617 \wedge 0,083 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}}$	
Pro $\varepsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,000225 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,000194 \text{ m}^2$ $A_s = 0,0004524 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,000452 \geq 0,000225 > 0,000194$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{1000 \cdot 180}{2} = 90000 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002088 \text{ mm}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,0004524 \geq 0,0002088$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,18 = 0,0072 \text{ mm}^2$ $A_s = 0,000452 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,000452 \leq 0,0072$	vyhovuje
Maximální vzdálenost výztuže:	$s_{max,slabs} \leq 2h \wedge s_{max,slabs} \leq 300$	
$s_{max,slabs} = 2h = 360 \text{ mm}$ $s_{max,slabs} = 300 \text{ mm}$ $s = 250 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq 2h \wedge s \leq 300$ $250 \leq 360 \wedge 250 \leq 300$	vyhovuje
Min. světlá vzdálenost výztuže:	$s_u = s - \phi_s, s_{u,min} > \max\{1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$	
$s_{u,min} = 25 \text{ mm}$ $s_u = 250 - 12 = 238 \text{ mm}$	Podmínka: $s_u \geq s_{u,min}$ $238 \geq 25$	vyhovuje

NÁVRH A POSOUZENÍ OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI PRŮŘEZU DLE ČSN 1992-1-1

Posuzovaný směr namáhání:		Posuzovaný okraj desky:		Posuzovaná oblast:	
<i>osa x</i>		<i>Horní strana</i>		<i>Podpora mezi deskami č.1/2, 2/3, l.o. 5 a p.o. 6</i>	
Materiálové charakteristiky				Krytí výztuže	
BETON C30/37				Stupeň vlivu prostředí: XC1	
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa	Konstrukční třída:	S4
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa	tloušťka	
	γ_c	1,5	-	$c_{min,b}$	10 mm
	α_{cc}	1,0	-	$c_{min,dur}$	15 mm
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa	$\Delta c_{dur,\gamma}$	0 mm
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk 0,05}$	2,0	MPa	$\Delta c_{dur,st}$	0 mm
Přetvoření betonu	ε_{cu3}	3,5	‰	$\Delta c_{dur,add}$	0 mm
				$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$	25 mm
OCEL B500B					
Modul pružnosti	E_s	200	GPa		
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa		
	γ_s	1,15	-		
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa		
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-		
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$	39,83	kNm		
Předběžný návrh výztuže				Návrh výztuže	
Navrhovaný průměr výztuže	ϕ	12	mm	d_s	12 mm
Výška průřezu	h	180	mm	s	150 mm
Šířka pásu	b	1000	mm	Průřezová plocha výztuže:	
Statically účinná výška	$d = h - c - \frac{\phi_x}{2}$	149	mm	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} =$	
Součinitel	λ	0,8	-	$7,5398 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$	
Součinitel	η	1,0	-		
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right) =$	0,000645	m^2		
Skutečná plocha výztuže					
Průměr výztuže	ϕ	12	mm		
Vzdálenost výztuže	s	150	mm		
Světla vzdálenost výztuže	s_u	138	mm		
Plocha výztuže	A_s	0,000754	mm^2		
Posouzení					
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	20,49	mm	Podmínka únosnosti:	
Účinná výška	$d = h - c - \frac{\phi}{2}$	149	mm	$M_{Rd} > M_{Ed}$	
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	140,80	mm		
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	46,16	kNm		
$M_{Rd} = 46,16 \text{ kNm} > M_{Ed} = 39,83 \text{ kNm}$		\Rightarrow VYHOVÍ		Rezerva:	13,71 %

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,138$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,138 \leq 0,617 \wedge 0,138 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}}$	
Pro $\varepsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,000225 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,000194 \text{ m}^2$ $A_s = 0,000754 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,000754 \geq 0,000225 > 0,000194$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{1000 \cdot 180}{2} = 90000 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002088 \text{ mm}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,000754 \geq 0,0002088$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,18 = 0,0072 \text{ mm}^2$ $A_s = 0,000754 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,000754 \leq 0,0072$	vyhovuje
Maximální vzdálenost výztuže:	$s_{max,slabs} \leq 2h \wedge s_{max,slabs} \leq 300$	
$s_{max,slabs} = 2h = 360 \text{ mm}$ $s_{max,slabs} = 300 \text{ mm}$ $s = 150 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq 2h \wedge s \leq 300$ $150 \leq 360 \wedge 360 \leq 300$	vyhovuje
Min. světlá vzdálenost výztuže:	$s_u = s - \phi_s, s_{u,min} > \max\{1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$	
$s_{u,min} = 25 \text{ mm}$ $s_u = 150 - 12 = 138 \text{ mm}$	Podmínka: $s_u \geq s_{u,min}$ $138 \geq 25$	vyhovuje

NÁVRH A POSOUZENÍ OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI PRŮŘEZU DLE ČSN 1992-1-1

Posuzovaný směr namáhání: <i>osa x</i>	Posuzovaný okraj desky: <i>Horní strana</i>	Posuzovaná oblast: pravá hrana č. 3		
Materiálové charakteristiky				Krytí výztuže
BETON C30/37				Stupeň vlivu prostředí: XC1
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa	Konstrukční třída: S4
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa	tloušťka
	γ_c	1,5	-	$c_{min,b}$ 10 mm
	α_{cc}	1,0	-	$c_{min,dur}$ 15 mm
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa	$\Delta c_{dur,\gamma}$ 0 mm
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk 0,05}$	2,0	MPa	$\Delta c_{dur,st}$ 0 mm
Přetvoření betonu	ε_{cu3}	3,5	‰	$\Delta c_{dur,add}$ 0 mm
				$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$ 25 mm
OCEL B500B				
Modul pružnosti	E_s	200	GPa	
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa	
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa	
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-	
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$	51,21	kNm	
Předběžný návrh výztuže				Návrh výztuže
Navrhovaný průměr výztuže	ϕ	12	mm	d_s 12 mm
Výška průřezu	h	180	mm	s 100 mm
Šířka pásu	b	1000	mm	Průřezová plocha výztuže:
Staticky účinná výška	$d = h - c - \frac{\phi_x}{2}$	149	mm	
Součinitel	λ	0,8	-	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} =$
Součinitel	η	1,0	-	$11,3097 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{bd\eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_{Ed}}{bd^2\eta f_{cd}}}\right) =$	0,000842	m ²	
Skutečná plocha výztuže				
Průměr výztuže	ϕ	12	mm	
Vzdálenost výztuže	s	100	mm	
Světlá vzdálenost výztuže	s_u	90	mm	
Plocha výztuže	A_s	0,001131	mm ²	
Posouzení				
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	30,73	mm	Podmínka únosnosti: $M_{Rd} > M_{Ed}$
Účinná výška	$d = h - c - \frac{\phi}{2}$	149	mm	
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	136,71	mm	
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	67,22	kNm	
$M_{Rd} = 67,22 \text{ kNm} > M_{Ed} = 51,21 \text{ kNm} \Rightarrow$ VYHOVÍ Rezerva: 23,82 %				

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,206$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,206 \leq 0,617 \wedge 0,206 \leq 0,45$ <div style="text-align: right;">vyhovuje</div>
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}}$	
Pro $\varepsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,000225 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,000194 \text{ m}^2$ $A_s = 0,001134 \text{ m}^2$	Podmínka:	
	$A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
	$0,001134 \geq 0,000225 > 0,000194$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{1000 \cdot 180}{2} = 90000 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002088 \text{ mm}^2$	Podmínka:	
	$A_s \geq A_{s,min}$	
	$0,001131 \geq 0,0002088$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,18 = 0,0072 \text{ mm}^2$ $A_s = 0,001131 \text{ m}^2$	Podmínka:	
	$A_s \leq A_{s,max}$	
	$0,001131 \leq 0,0072$	vyhovuje
Maximální vzdálenost výztuže:	$s_{max,slabs} \leq 2h \wedge s_{max,slabs} \leq 300$	
$s_{max,slabs} = 2h = 360 \text{ mm}$ $s_{max,slabs} = 300 \text{ mm}$ $s = 100 \text{ mm}$	Podmínka:	
	$s \leq 2h \wedge s \leq 300$	
	$100 \leq 360 \wedge 100 \leq 300$	vyhovuje
Min. světlá vzdálenost výztuže:	$s_u = s - \phi_s, s_{u,min} > \max\{1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$	
$s_{u,min} = 25 \text{ mm}$ $s_u = 100 - 12 = 88 \text{ mm}$	Podmínka:	
	$s_u \geq s_{u,min}$	
	$88 \geq 25$	vyhovuje

NÁVRH A POSOUZENÍ OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI PRŮŘEZU DLE ČSN 1992-1-1

Posuzovaný směr namáhání: <i>osa y</i>	Posuzovaný okraj desky: <i>Horní strana</i>	Posuzovaná oblast: <i>Hranice desky č. 1,2,5,6</i>		
Materiálové charakteristiky				Krytí výztuže
BETON C30/37				Stupeň vlivu prostředí: XC1
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa	Konstrukční třída: S4
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa	tloušťka
	γ_c	1,5	-	$c_{min,b}$ 10 mm
	α_{cc}	1,0	-	$c_{min,dur}$ 15 mm
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa	$\Delta c_{dur,\gamma}$ 0 mm
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk 0,05}$	2,0	MPa	$\Delta c_{dur,st}$ 0 mm
Přetvoření betonu	ε_{cu3}	3,5	‰	$\Delta c_{dur,add}$ 0 mm
OCEL B500B				
Modul pružnosti	E_s	200	GPa	
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa	
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa	
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-	
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$	19,60	kNm	
Předběžný návrh výztuže				Návrh výztuže
Navrhovaný průměr výztuže	ϕ	12	mm	d_s 12 mm
Výška průřezu	h	180	mm	s 250 mm
Šířka pásu	b	1000	mm	Průřezová plocha výztuže:
Staticky účinná výška	$d = h - c - \phi_x - \frac{\phi_y}{2}$	137	mm	
Součinitel	λ	0,8	-	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} =$
Součinitel	η	1,0	-	$4,5239 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right) =$	0,000338	m ²	
Skutečná plocha výztuže				
Průměr výztuže	ϕ	12	mm	
Vzdálenost výztuže	s	250	mm	
Světlá vzdálenost výztuže	s_u	238	mm	
Plocha výztuže	A_s	0,000452	mm ²	
Posouzení				
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	12,29	mm	Podmínka únosnosti: $M_{Rd} > M_{Ed}$
Účinná výška	$d = h - c - \phi_x - \frac{\phi_y}{2}$	137	mm	
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	132,08	mm	
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	25,98	kNm	
$M_{Rd} = 25,98 \text{ kNm} > M_{Ed} = 19,6 \text{ kNm}$			\Rightarrow VYHOVÍ	Rezerva: 24,55 %

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,089$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,089 \leq 0,617 \wedge 0,089 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}}$	
Pro $\varepsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,000207 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,000178 \text{ m}^2$ $A_s = 0,0004524 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,0004524 \geq 0,000207 > 0,000178$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{1000 \cdot 180}{2} = 90000 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002088 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,0004524 \geq 0,0002088$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,18 = 0,0072 \text{ mm}^2$ $A_s = 0,0004524 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,0004524 \leq 0,0072$	vyhovuje
Maximální vzdálenost výztuže:	$s_{max,slabs} \leq 2h \wedge s_{max,slabs} \leq 300$	
$s_{max,slabs} = 2h = 360 \text{ mm}$ $s_{max,slabs} = 300 \text{ mm}$ $s = 250 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq 2h \wedge s \leq 300$ $250 \leq 360 \wedge 250 \leq 300$	vyhovuje
Min. světlá vzdálenost výztuže:	$s_u = s - \phi_s, s_{u,min} > \max\{1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$	
$s_{u,min} = 25 \text{ mm}$ $s_u = 250 - 12 = 238 \text{ mm}$	Podmínka: $s_u \geq s_{u,min}$ $238 \geq 25$	vyhovuje

NÁVRH A POSOUZENÍ OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI PRŮŘEZU DLE ČSN 1992-1-1

Posuzovaný směr namáhání: <i>osa y</i>		Posuzovaný okraj desky: <i>spodní strana</i>		Posuzovaná oblast: <i>Hranice desky č. 3</i>	
Materiálové charakteristiky				Krytí výztuže	
BETON C30/37				Stupeň vlivu prostředí: XC1	
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa	Konstrukční třída: S4	tloušťka
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa	$c_{min,b}$	10 mm
	γ_c	1,5	-	$c_{min,dur}$	15 mm
	α_{cc}	1,0	-	$\Delta c_{dur,\gamma}$	0 mm
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa	$\Delta c_{dur,st}$	0 mm
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk 0,05}$	2,0	MPa	$\Delta c_{dur,add}$	0 mm
Přetvoření betonu	ε_{cu3}	3,5	‰	$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$	25 mm
OCEL B500B					
Modul pružnosti	E_s	200	GPa		
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa		
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa		
	γ_s	1,15	-		
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-		
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$	53,12	kNm		
Předběžný návrh výztuže				Návrh výztuže	
Navrhovaný průměr výztuže	ϕ	12	mm	d_s	12 mm
Výška průřezu	H	180	mm	s	100 mm
Šířka pásu	B	1000	mm	Průřezová plocha výztuže:	
Staticky účinná výška	$d = h - c - \phi_x - \frac{\phi_y}{2}$	137	mm	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} =$	
Součinitel	λ	0,8	-	$11,3097 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$	
Součinitel	η	1,0	-		
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right) =$	0,000966	m ²		
Skutečná plocha výztuže					
Průměr výztuže	ϕ	12	mm		
Vzdálenost výztuže	S	100	mm		
Světlá vzdálenost výztuže	s_u	88	mm		
Plocha výztuže	A_s	0,001131	mm ²		
Posouzení					
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	30,73	mm	Podmínka únosnosti:	
Účinná výška	$d = h - c - \phi_x - \frac{\phi_y}{2}$	13	mm	$M_{Rd} > M_{Ed}$	
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	124,71	mm		
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	61,32	kNm		
$M_{Rd} = 61,32 \text{ kNm} > M_{Ed} = 53,12 \text{ kNm}$			\Rightarrow	VYHOVÍ	Rezerva: 13,37 %

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,112$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,112 \leq 0,617 \wedge 0,112 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}}$	
Pro $\varepsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,000207 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,000178 \text{ m}^2$ $A_s = 0,001131 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,001131 \geq 0,000207 > 0,000178$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{1000 \cdot 180}{2} = 90000 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002088 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,001131 \geq 0,0002088$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,18 = 0,0072 \text{ m}^2$ $A_s = 0,001131 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,001131 \leq 0,0072$	vyhovuje
Maximální vzdálenost výztuže:	$s_{max,slabs} \leq 2h \wedge s_{max,slabs} \leq 300$	
$s_{max,slabs} = 2h = 360 \text{ mm}$ $s_{max,slabs} = 300 \text{ mm}$ $s = 100 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq 2h \wedge s \leq 300$ $100 \leq 360 \wedge 100 \leq 300$	vyhovuje
Min. světlá vzdálenost výztuže:	$s_u = s - \phi_s, s_{u,min} > \max\{1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$	
$s_{u,min} = 25 \text{ mm}$ $s_u = 100 - 12 = 88 \text{ mm}$	Podmínka: $s_u \geq s_{u,min}$ $88 \geq 25$	vyhovuje

NÁVRH A POSOUZENÍ OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI PRŮŘEZU DLE ČSN 1992-1-1

Posuzovaný směr namáhání: <i>osa y</i>	Posuzovaný okraj desky: <i>spodní strana</i>	Posuzovaná oblast: <i>Hranice mezi deskami č. 1/7, 2/8, 3/9, 4/10, 5/11, 6/12</i>	
Materiálové charakteristiky		Krytí výztuže	
BETON C30/37		Stupeň vlivu prostředí: XC1	
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm} 2,9 MPa	Konstrukční třída: S4	tloušťka
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck} 30 MPa	$c_{min,b}$ 10 mm	
	γ_c 1,5 -	$c_{min,dur}$ 15 mm	
	α_{cc} 1,0 -	$\Delta c_{dur,\gamma}$ 0 mm	
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd} 20 MPa	$\Delta c_{dur,st}$ 0 mm	
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk\ 0,05}$ 2,0 MPa	$\Delta c_{dur,add}$ 0 mm	
Přetvoření betonu	ε_{cu3} 3,5 ‰	$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$ 25 mm	
OCEL B500B			
Modul pružnosti	E_s 200 GPa		
Charakteristická mez kluzu	f_{yk} 500 MPa		
	γ_s 1,15 -		
návrhová mez kluzu	f_{yd} 434,8 MPa		
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$ 0,00217 -		
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$ 32,62 kNm		
Předběžný návrh výztuže		Návrh výztuže	
Navrhovaný průměr výztuže	ϕ 12 mm	d_s 12 mm	
Výška průřezu	h 180 mm	s 150 mm	
Šířka pásu	b 1000 mm	Průřezová plocha výztuže:	
Statically účinná výška	$d = h - c - \phi_x - \frac{\phi_y}{2}$ 137 mm	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} =$	
Součinitel	λ 0,8 -	$7,540 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$	
Součinitel	η 1,0 -		
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right) =$ 0,000574 m ²		
Skutečná plocha výztuže			
Průměr výztuže	ϕ 12 mm		
Vzdálenost výztuže	s 150 mm		
Světla vzdálenost výztuže	s_u 138 mm		
Plocha výztuže	A_s 0,000754 mm ²		
Posouzení			
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	20,49 mm	Podmínka únosnosti: $M_{Rd} > M_{Ed}$
Účinná výška	$d = h - c - \phi_x - \frac{\phi_y}{2}$	137 mm	
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	128,80 mm	
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	42,22 kNm	
$M_{Rd} = 42,22 \text{ kNm} > M_{Ed} = 32,62 \text{ kNm}$		\Rightarrow VYHOVÍ	Rezerva: 22,75 %

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,149$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,149 \leq 0,617 \wedge 0,149 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}}$	
Pro $\varepsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,000207 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,000178 \text{ m}^2$ $A_s = 0,000754 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,000754 \geq 0,000207 > 0,000178$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{1000 \cdot 180}{2} = 90000 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002088 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,000754 \geq 0,0002088$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,18 = 0,0072 \text{ mm}^2$ $A_s = 0,000754 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,000754 \leq 0,0072$	vyhovuje
Maximální vzdálenost výztuže:	$s_{max,slabs} \leq 2h \wedge s_{max,slabs} \leq 300$	
$s_{max,slabs} = 2h = 360 \text{ mm}$ $s_{max,slabs} = 300 \text{ mm}$ $s = 100 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq 2h \wedge s \leq 300$ $100 \leq 360 \wedge 100 \leq 300$	vyhovuje
Min. světlá vzdálenost výztuže:	$s_u = s - \phi_s, s_{u,min} > \max\{1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$	
$s_{u,min} = 25 \text{ mm}$ $s_u = 100 - 12 = 88 \text{ mm}$	Podmínka: $s_u \geq s_{u,min}$ $88 \geq 25$	vyhovuje

NÁVRH A POSOUZENÍ OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI PRŮŘEZU DLE ČSN 1992-1-1

Posuzovaný směr namáhání: <i>osa y</i>	Posuzovaný okraj desky: <i>spodní strana</i>	Posuzovaná oblast: <i>Hranice desky č. 7,8,9,10,11,12,4</i>		
Materiálové charakteristiky				Krytí výztuže
BETON C30/37				Stupeň vlivu prostředí: XC1
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa	Konstrukční třída: S4
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa	tloušťka
	γ_c	1,5	-	$c_{min,b}$ 10 mm
	α_{cc}	1,0	-	$c_{min,dur}$ 15 mm
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa	$\Delta c_{dur,\gamma}$ 0 mm
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk 0,05}$	2,0	MPa	$\Delta c_{dur,st}$ 0 mm
Přetvoření betonu	ϵ_{cu3}	3,5	‰	$\Delta c_{dur,add}$ 0 mm
OCEL B500B				
Modul pružnosti	E_s	200	GPa	
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa	
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa	
	$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-	
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$	7,84	kNm	
Předběžný návrh výztuže				Návrh výztuže
Navrhovaný průměr výztuže	ϕ	12	mm	d_s 12 mm
Výška průřezu	h	180	mm	s 250 mm
Šířka pásu	b	1000	mm	Průřezová plocha výztuže:
Staticky účinná výška	$d = h - c - \phi_x - \frac{\phi_y}{2}$	137	mm	
Součinitel	λ	0,8	-	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} =$
Součinitel	η	1,0	-	$4,5239 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right) =$	0,000133	m^2	
Skutečná plocha výztuže				
Průměr výztuže	ϕ	12	mm	
Vzdálenost výztuže	s	250	mm	
Světlá vzdálenost výztuže	s_u	238	mm	
Plocha výztuže	A_s	0,000452	mm^2	
Posouzení				
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	12,29	mm	Podmínka únosnosti: $M_{Rd} > M_{Ed}$
Účinná výška	$d = h - c - \phi_x - \frac{\phi_y}{2}$	137	mm	
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	132,08	mm	
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	26,00	kNm	
$M_{Rd} = 26,00 \text{ kNm} > M_{Ed} = 7,84 \text{ kNm} \Rightarrow$ VYHOVÍ Rezerva: 69,82 %				

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,090$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,090 \leq 0,617 \wedge 0,090 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}}$	
Pro $\varepsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,000207 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,000178 \text{ m}^2$ $A_s = 0,000452 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,000452 \geq 0,000207 > 0,000178$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{1000 \cdot 180}{2} = 90000 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002088 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,000452 \geq 0,0002088$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,18 = 0,0072 \text{ mm}^2$ $A_s = 0,000452 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,000452 \leq 0,0072$	vyhovuje
Maximální vzdálenost výztuže:	$s_{max,slabs} \leq 2h \wedge s_{max,slabs} \leq 300$	
$s_{max,slabs} = 2h = 360 \text{ mm}$ $s_{max,slabs} = 300 \text{ mm}$ $s = 250 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq 2h \wedge s \leq 300$ $250 \leq 360 \wedge 360 \leq 300$	vyhovuje
Min. světlá vzdálenost výztuže:	$s_u = s - \phi_s, s_{u,min} > \max\{1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}\}$	
$s_{u,min} = 25 \text{ mm}$ $s_u = 250 - 12 = 238 \text{ mm}$	Podmínka: $s_u \geq s_{u,min}$ $238 \geq 25$	vyhovuje

5.8. KONTROLA MEZNÍCH STAVŮ POUŽITELNOSTI

Hodnoty vnitřních sil z výpočtového programu RFEM dle rovnice:

Pro kombinace:

Charakteristické: $\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + Q_{k1} + \sum_{j > 1} \psi_{0i} Q_{ki}$

Kvazistálé: $\sum_{j \geq 1} G_{kj} + \sum_{j \geq 1} \psi_{2,i} Q_{ki}$

5.8.1. Mezní stav omezení napětí:

Tlaková napětí v betonu – omezením nadměrných hodnot tlakových napětí v betonu lze předejít vzniku podélných trhlin, rozvoji mikrotrhlin a vyšším hodnotám dotvarování, které by mohlo ovlivnit funkčnost konstrukce

Tahová napětí ve výztuži – omezením napjatosti výztuže se zamezuje vzniku nadměrného nepružného přetvoření výztuže a zamezit vzniku širokých, trvale otevřených trhlin v betonu

Výpočet napjatosti na plně působícím průřezu:

Napětí v tlačeném betonu při charakteristické kombinaci zatížení nemá překročit hodnotu $0,6 f_{ck}$

Napětí ve výztuži při charakteristické kombinaci zatížení nemá překročit $0,8 f_{yk}$

Posouzení bude provedeno pro spodní stranu desky v místě s největším namáháním. (deska č. 3, směr osy x)

Vstupní údaje:

Beton C30/37: $E_{cm} = 32 \text{ MPa}$, $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$

Ocel B500B: $E_s = 200 \text{ MPa}$

$h = 180 \text{ mm}$, $b = 1000 \text{ m}$, $d = 151 \text{ mm}$, $A_s = 5,0265 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

A. Ideální průřez (plně působící v tahu i tlaku):

$$\text{zákl. charakteristika průřezu: } \alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{32} = 6,25$$

$$\text{plocha ideál. průřezu: } A_i = A_c + \alpha_e \cdot A_s = 1 \cdot 0,18 + 6,25 \cdot 5,0265 \cdot 10^{-4} = 0,183m^2$$

vzdálenost těžiště ideál. Průřezu od horního okraje:

$$a_{gi} = \frac{A_c \cdot a_c + \alpha_e \cdot A_s \cdot d}{A_i} = \frac{1 \cdot 0,18 \cdot \frac{0,18}{2} + 6,25 \cdot 5,0265 \cdot 10^{-4} \cdot 0,151}{0,183} = 0,0911 \text{ m}$$

Moment setrvačnosti ideál. Průřezu k jeho těžištní ose:

$$I_i = I_c + A_c \cdot (a_{gi} - a_c)^2 + \alpha_e \cdot A_s \cdot (d - a_{gi})^2 = \frac{1 \cdot 0,18^3}{12} + 1 \cdot 0,18 \cdot \left(0,0911 - \frac{0,18}{2}\right)^2 + 6,25 \cdot 5,0265 \cdot 10^{-4} \cdot (0,151 - 0,0911)^2 = 0,000674035 \text{ m}^4$$

Ke vzniku trhlin dochází za podmínky:

$$\sigma_c > f_{ct,eff} ; \text{ kde } f_{ct,eff} = f_{ctm}$$

$$\text{Pro ohýbané prvky: } M_{kd} > M_{cr} = f_{ct,eff} \cdot \frac{I_i}{h - a_{gi}}$$

$$M_{cr} = 2,9 \cdot \frac{0,000674035}{0,18 - 0,0911} = 0,02186 \text{ MNm} = 21,90 \text{ kNm}$$

$$M_{kd} = 19,50 \text{ kNm (pro charakteristickou kombinaci zatížení)}$$

$$M_{kd} \leq M_{cr} \Rightarrow 19,58 \text{ kNm} \leq 21,90 \text{ kNm}$$

\(\Rightarrow\) předpokládá se, že ke vzniku trhlin nedojde

Posouzení napětí v extrémně namáhaných vláknech:

$$\text{Beton: } \sigma_c = -\frac{M_{kd}}{I_{ir}} \cdot x = -\frac{19,58}{0,0005} \cdot 0,02782 = -1089,43 \text{ kPa}$$

$$\text{Výztuž: } \sigma_s = \alpha_e \cdot \frac{M_{kd}}{I_{ir}} \cdot (d - x) = 6,25 \cdot \frac{19,58}{0,0005} \cdot (0,151 - 0,02782) = 30148,3 \text{ kPa}$$

Podmínka omezení napětí:

$$\text{Beton: } |\sigma_c| \leq 0,6 f_{ck} = 0,6 \cdot 30 = 18 \text{ MPa}$$

$$1,09 \text{ MPa} \leq 18 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\text{ocel: } \sigma_s \leq 0,8 f_{yk} = 0,8 \cdot 500 = 400 \text{ MPa}$$

$$30,15 \text{ MPa} \leq 400 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

5.8.2. Mezní stav vzniku trhlin a šířky trhlin

Trhliny v posuzovaném průřezu nevzniknou.

Během návrh a posuzování výztuže stropní desky byl vždy dodržena minimální

plocha výztuže proti přílišnému šíření trhlin. $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$

5.8.3. Mezní stav přetvoření**Kontrola průhybu stropní desky – vymežující ohybová štíhlost:**

(u desek nosných ve dvou směrech se má posouzení provést pro kratší rozpětí)

$$\lambda = \frac{l}{d} \leq \lambda_d$$

λ ... ohybová štíhlost kontrolovaného prvku

l ... rozpětí prvku ... 7300mm a 5500mm

d ... účinná výška průřezu

λ_d ... vymežující ohybová štíhlost

$$\lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab}$$

κ_{c1} ... závisí na tvaru průřezu, pro obdélníkový průřez $\kappa_{c1} = 1,0$

κ_{c2} ... závisí na rozpětí,

$$l = 5,5\text{m} < 7,0\text{m} \Rightarrow k_{c2} = 1,0$$

$$k_{c3} \dots \text{součinitel napětí tahové výztuže}, k_{c3} \sim \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}}$$

$A_{s,prov}$... navržená plocha výztuže v extrémně namáhaném průřezu ... 0,00050265 m^2

$A_{s,req}$... plocha výztuže potřebná k přenesení extrémního momentu ... 0,00042292 m^2

$$\Rightarrow \text{pro maximální vyztužení prvku ve středu rozpětí: } \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = \frac{0,00050265}{0,00042292} = 1,189,$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \Rightarrow k_{c3} \sim \frac{500}{500} \cdot 1,189 = 1,189$$

$\lambda_{d,tab}$... tabulková hodnota vymežující ohybové štíhlosti

$$\rho_0 \dots \text{referenční stupeň vyztužení} \dots \rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 10^{-3} \sqrt{30} = 0,00548 = 0,548 \%$$

ρ ... požadovaný stupeň vyztužení ve středu rozpětí na ohybový moment ...

$$\rho = \frac{A_{s,prov}}{b \cdot d} = \frac{0,00050265}{1 \cdot 0,18} = 0,00279 = 0,279 \%$$

$$\rho \leq \rho_0 \Rightarrow \lambda_{d,tab} = K \left[11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \cdot \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right]$$

$$0,196 \leq 0,548 \Rightarrow \lambda_{d,tab} = 1,3 \left[11 + 1,5\sqrt{30} \cdot \frac{0,548}{0,279} + 3,2\sqrt{30} \cdot \left(\frac{0,548}{0,279} - 1 \right)^{3/2} \right] = 56,46$$

Krajní pole desky nosné ve dvou směrech ... $K = 1,3$

$\lambda_{d,tab} = 26$ (krajní pole obousměrně pnuté desky spojitě ve směru kratšího rozpětí)

$$\lambda_d = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,189 \cdot 56,46 = 67,13$$

$$\lambda = \frac{l}{d} = \frac{5500}{180} = 30,56$$

$$\lambda \leq \lambda_d$$

$$30,56 \leq 67,13 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

\Rightarrow Podmínka vymežující ohybové štíhlosti je splněna. Není tedy nutné určovat průhyb stropní desky výpočet. Lze předpokládat, že hodnota průhybu nepřekročí hodnotu $l/500$ a nebude tedy docházet k příliš velkým deformacím a tím např. k poškození příček, podhledů atd.

5.9. KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ VÝZTUŽE

Kotvení podélné výztuže a přesahová délka:

Mezní napětí v soudržnosti:

$$f_{bd} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctd} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,33 = 2,33 \text{ MPa}$$

η_1 ... součinitel závislý na kvalitě podmínek v soudržnosti a poloze prutu během betonáže ... $\eta_1 = 0,7$ pro špatné podmínky soudržnosti

η_2 ... součinitel závislý na průměru prutu ... $\eta_2 = 1,0$; pro $\phi \leq 32 \text{ mm}$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{2,0}{1,5} = 1,33 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$f_{ctk,0,05} = 2,0 \text{ pro C30/37}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

Výztuž ϕ 8 mm (svařované sítě):

náhradní průměr: $\phi_n = \phi \sqrt{2} = 8 \sqrt{2} = 11,31 \text{ mm}$

a) *Základní kotevní délka*

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi \cdot \sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{11,31 \cdot 434,8}{4 \cdot 2,33} = 528 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

b) *Návrhová kotevní délka*

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

α_1 ... vliv tvaru prutu ... přímý prut 1,0

α_2 ... vliv minimální krycí vrstvy ... $\alpha_2 = 1 - 0,15(c_d - \phi)/\phi$; $0,7 \leq \alpha_2 \leq 1,0$

$$c_d = 25 \text{ mm} \Rightarrow \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(25 - 11,31)}{11,31} = 0,818; 0,7 \leq 0,818 \leq 1,0$$

α_3 ... vliv ovinutí příčnou výztuží ... $\alpha_3 = 1 - K\lambda$; $0,7 \leq \alpha_3 \leq 1,0$

$$K = 0 \Rightarrow \alpha_3 = 1,0$$

α_4 ... vliv jednoho nebo více přivařených prutů v l_{bd} ... $\alpha_4 = 0,7$

α_5 ... vliv tlaku kolmého na rovinu odštěpování betonu v l_{bd} ... $\alpha_5 = 1 - 0,04p$;
 $0,7 \leq \alpha_5 \leq 1,0$

$$l_{b,min} = \max\{0,3l_{b,rqd}; 10\phi; 100mm\} = \max\{0,3 \cdot 528; 10 \cdot 11,31; 100mm\} = 158mm$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 0,818 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 528 = 303 \text{ mm} \geq l_{b,min} = 158 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \mathbf{310 \text{ mm}}$$

c) Návrhová délka přesahu

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$$

$$\alpha_6 = \sqrt{\frac{\rho_1}{25}} = \sqrt{\frac{100}{25}} = 2; 1,0 \leq \alpha_6 \leq 1,5 \Rightarrow \alpha_6 = 1,5$$

$$l_{0,min} =$$

$$\max\{0,3\alpha_6 l_{b,rqd}; 15\phi; 200mm\} = \max\{0,3 \cdot 1,5 \cdot 528; 15 \cdot 11,31; 200mm\} = 238$$

$$l_0 = 1 \cdot 0,818 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 528 = 453 \geq 238$$

$$l_0 = 460 \text{ mm}$$

Výztuž $\phi 12 \text{ mm}$ (svařované sítě):

$$\text{náhradní průměr: } \phi_n = \phi\sqrt{2} = 12\sqrt{2} = 17 \text{ mm}$$

a) Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi \cdot \sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{17 \cdot 434,8}{4 \cdot 2,33} = 793 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

b) Návrhová kotevní délka

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

α_1 ... vliv tvaru prutu ... přímý prut 1,0

α_2 ... vliv minimální krycí vrstvy ... $\alpha_2 = 1 - 0,15(c_d - \phi)/\phi$; $0,7 \leq \alpha_2 \leq 1,0$

$$c_d = 25 \text{ mm} \Rightarrow \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(25-17)}{17} = 0,929; 0,7 \leq 0,929 \leq 1,0$$

α_3 ... vliv ovinutí příčnou výztuží ... $\alpha_3 = 1 - K\lambda$; $0,7 \leq \alpha_3 \leq 1,0$

$$K = 0 \Rightarrow \alpha_3 = 1,0$$

α_4 ... vliv jednoho nebo více přivařených prutů v l_{bd} ... $\alpha_4 = 0,7$

α_5 ... vliv tlaku kolmého na rovinu odštěpování betonu v l_{bd} ... $\alpha_5 = 1 - 0,04p$;
 $0,7 \leq \alpha_5 \leq 1,0$

$$l_{b,min} = \max\{0,3l_{b,rqd}; 10\phi; 100mm\} = \max\{0,3 \cdot 793; 10 \cdot 17; 100mm\} = 234mm$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 0,929 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 793 = 516 \geq l_{b,min} = 168 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \mathbf{520 \text{ mm}}$$

c) Návrhová délka přesahu

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$$

$$\alpha_6 = \sqrt{\frac{\rho_1}{25}} = \sqrt{\frac{100}{25}} = 2; 1,0 \leq \alpha_6 \leq 1,5 \Rightarrow \alpha_6 = 1,5$$

$$l_{0,min} =$$

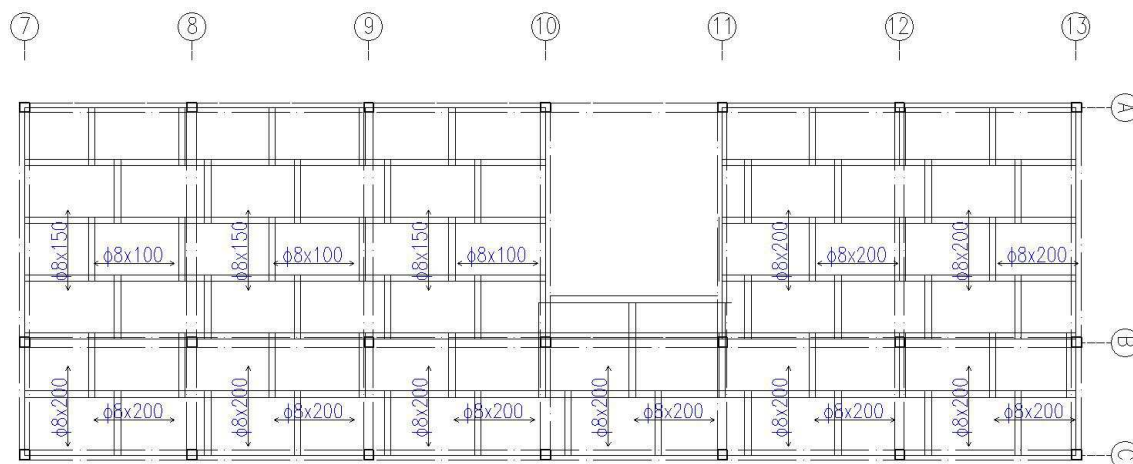
$$\max\{0,3\alpha_6 l_{b,rqd}; 15\phi; 200mm\} = \max\{0,3 \cdot 1,5 \cdot 793; 15 \cdot 17; 200mm\} = 252$$

$$l_0 = 1 \cdot 0,929 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 793 = 774 \geq 252$$

$$l_0 = 780 \text{ mm}$$

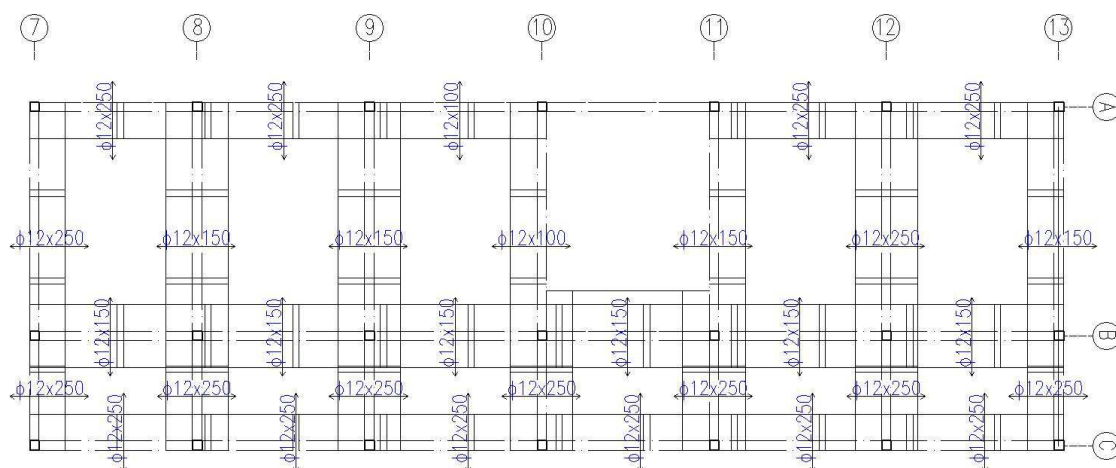
5.10. SCHÉMATICKÉ ROZMÍSTĚNÍ VÝZTUŽE

Zjednodušené schéma výztuže při spodním povrchu



Obr. 47.

Zjednodušené schéma výztuže při horním povrchu

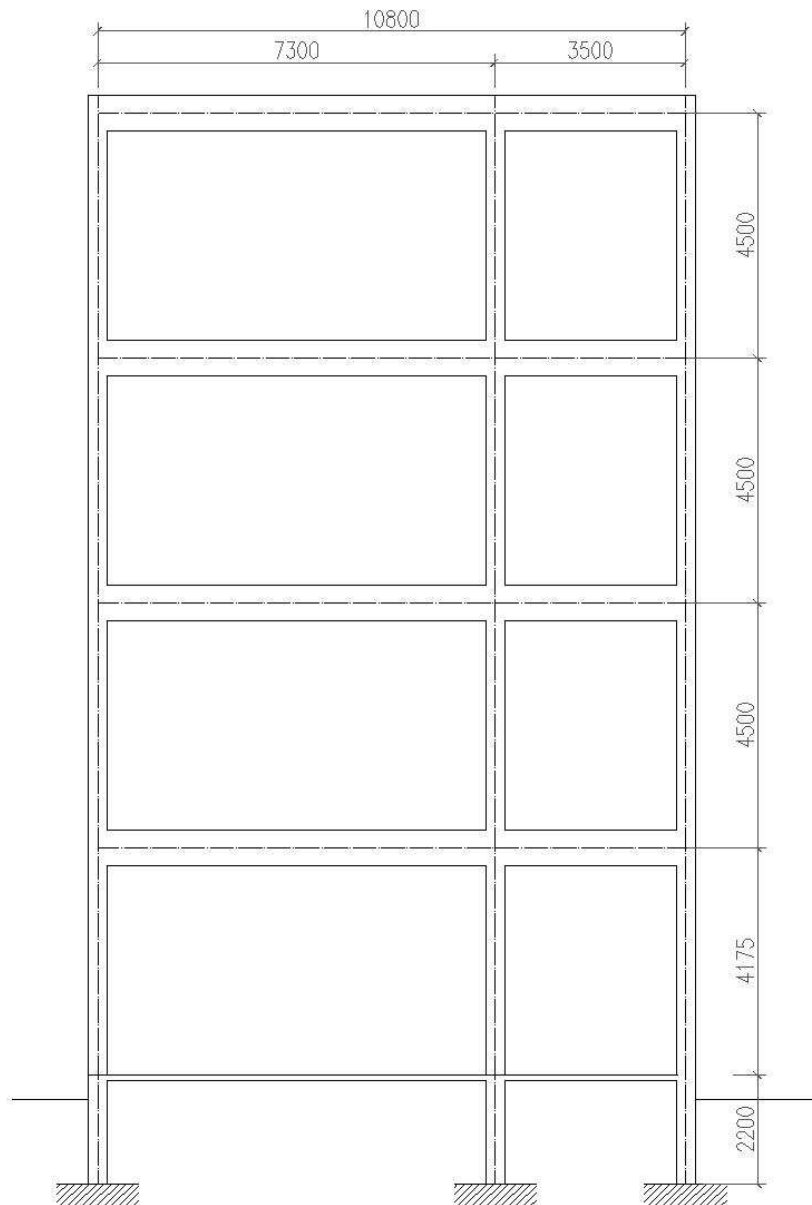


Obr. 48.

6. NÁVRH A POSOUZENÍ PATROVÉHO RÁMU

6.1. VSTUPNÍ ÚDAJE

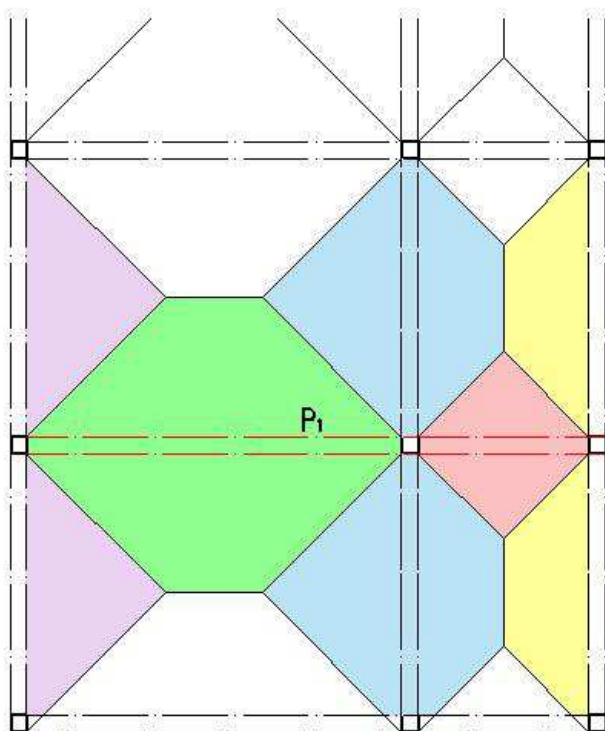
6.1.1. Geometrie rámu



Obr. 49.

6.1.2. Roznos zatížení

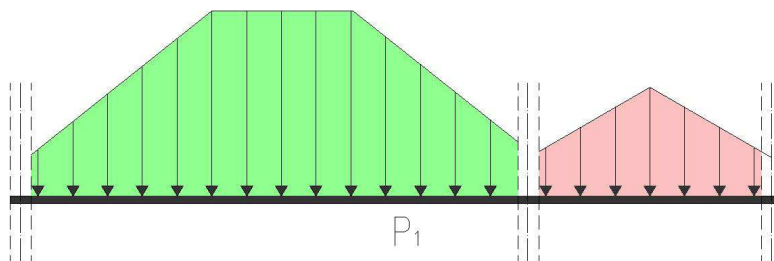
Přenos zatížení na obousměrné průvlaky stropu s monolitickou železobetonovou deskou je realizován podle následujícího schématu.



Obr. 50.

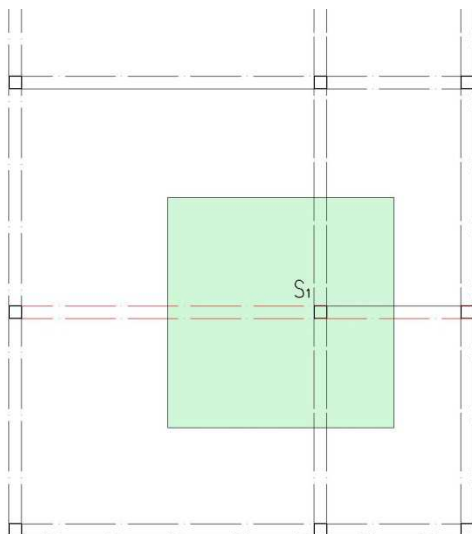
Větší část zatížení se přenáší ve směru kratšího rozpětí desky.

Skutečné zatěžovací schéma průvlaku



Obr. 51.

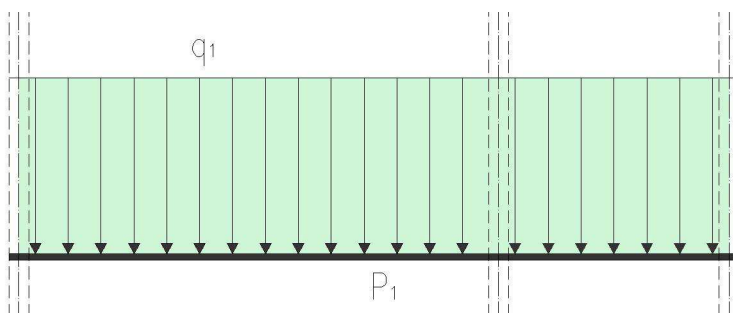
Zatěžovací šířka sloupu



Obr. 52.

Pro zjednodušení zadávání zatížení do výpočtového programu a z důvodu, aby se na výsledné vnitřní síly mohl být dimenzován i nosný sloup, je zvoleno zatěžující schéma průvzlaku na maximální zatěžovací šířku, a to osovou vzdálenost sloupů.

Výpočtové zatěžovací schéma



Obr. 53.

6.2. ZATĚŽOVACÍ STAVY

6.2.1. Výpočet zatížení

ZS1 – vlastní tíha nosné konstrukce rámu

Rozměry sloupu ... 350x350 mm

Rozměry příčle ... 350x420mm

V RFEMU zadáno jako zohlednění *součinitele ve směru*.

ZS2 – tíha stropní desky a průvlaků v příčném směru

Osová vzdálenost sloupů v příčném směru (zatěžující šířka) $b = 5,5 - 0,35 = 5,15 \text{ m}$

$$\text{- Stropní deska: } h = 0,18 \text{ m, } \gamma = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$g_k = h \cdot \gamma \cdot b = 0,18 \cdot 25 \cdot 5,15 = \mathbf{23,18 \text{ kN/m}}$$

$$\text{- Průvlaky: } h = 0,65 \text{ m, } b_p = 0,35 \text{ m, } \gamma = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$g_k = h \cdot \gamma \cdot b_p \cdot b = 0,65 \cdot 25 \cdot 0,35 \cdot (5,5 - 0,35) = \mathbf{29,29 \text{ kN}}$$

ZS3 – skladba podlahy a střechy

$$\text{- Podlaha: } g_k = 1,28 \text{ kN/m}^2$$

$$g_k = g_k \cdot b = 1,28 \cdot 5,5 = 7,04 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Střecha: } g_k = 1,27 \text{ kN/m}^2$$

$$g_k = g_k \cdot b = 1,27 \cdot 5,5 = 7,00 \text{ kN/m}$$

ZS4 – příčky a vnější fasáda

- Příčky: plošné zatížení v místě s větším množstvím příček – odborné učebny, sociální prostory: $g_k = 1,75 \text{ kN/m}^2$

$$g_k = g_k \cdot b = 1,75 \cdot 5,5 = 9,63 \text{ kN/m}$$

- Příčky: liniově mezi chodbou a třídou: $g_k = 7,47 \text{ kN/m}$

$$g_k = g_k \cdot b = 7,47 \cdot 5,5 = 41,09 \text{ kN}$$

- Fasáda: $g_k = 0,42 \text{ kN/m}^2$, $e = 0,15 \text{ m}$, $g_k = 0,48 \text{ kN/m}^2$, $e = 0,60 \text{ m}$

Pro konstrukční výšku ... $h_k = 4,5 \text{ m}$

$$F = \sum g_k \cdot h_k \cdot b = 0,42 \cdot 4,5 \cdot 5,5 + 0,48 \cdot 4,5 \cdot 5,5 = 22,28 \text{ kN}$$

$$M = \sum g_k \cdot h_k \cdot b \cdot e = 0,42 \cdot 4,5 \cdot 5,5 \cdot 0,15 + 0,48 \cdot 4,5 \cdot 5,5 \cdot 0,6 = 8,69 \text{ kNm}$$

Pro konstrukční výšku ... $h_k = 3,96 \text{ m}$

$$F = \sum g_k \cdot h_k \cdot b = 0,42 \cdot 3,96 \cdot 5,5 + 0,48 \cdot 3,96 \cdot 5,5 = 19,60 \text{ kN}$$

$$M = \sum g_k \cdot h_k \cdot b \cdot e = 0,42 \cdot 3,96 \cdot 5,5 \cdot 0,15 + 0,48 \cdot 3,96 \cdot 5,5 \cdot 0,6 = 7,64 \text{ kNm}$$

ZS5 – ZS6 – přitížení na patky – od skladby podlahy 1.NP a zeminy a užitého zatížení 1.NP

Hodnoty stanovené přibližným výpočtem

	d [mm]	γ [kN/m ³]	q_k [kN/m ²]
Skladba podlahy	360	-	1,178
Podkladní beton	150	25	3,75
násyp + zemina	1840	26	47,80
$\sum q_k$ [kN/m ²]			52,73
Předběžná zatěžující plocha vnitřní patky	$2,2 \cdot 2,2 - 0,35 \cdot 0,35 = 4,72 \text{ m}^2$		N = 248,90 kN
Pro krajní patky			N = 237,20 kN
užité			3,0
Předběžná zatěžující plocha vnitřní patky			N = 14,16 kN
Pro krajní patky			N = 7,10 kN

ZS7 – užité zatížení střechy – nepochozí střecha, zahrnutý opravy a údržby

$$q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = q_k \cdot b = 0,75 \cdot 5,5 = 4,13 \text{ kN/m}$$

ZS8 – ZS10 – užité zatížení patra – kategorie C

$$\text{Patro: } q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = q_k \cdot b = 3,0 \cdot 5,5 = 16,5 \text{ kN/m}$$

ZS11 – sníh

$$s = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

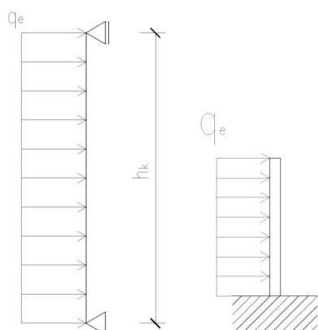
$$q_k = s \cdot b = 0,56 \cdot 5,5 = 3,08 \text{ kN/m}$$

ZS12 – ZS13 – vítr na fasádu a střech

Střecha:

Oblast	w_e [kN/m ²]	e[m]	Šířka oblasti [m]	Zatěžující šířka b [m]	q_e [kN/m]
G	-0,583	10,8	$e/10=1,08$	5,5	-3,21
H	-0,42	10,8	$e/2-2/10= 3,96$	5,5	-2,31
I	+0,12	10,8	$e/2=5,04$	5,5	+0,66

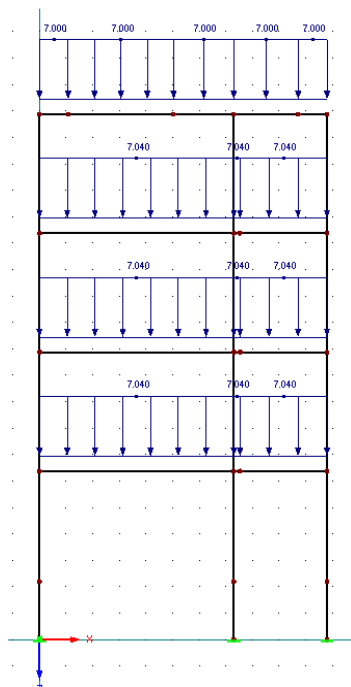
Fasáda: přenos přes reakci od kotvení fasády do průvlaků pater:



Obr. 54.

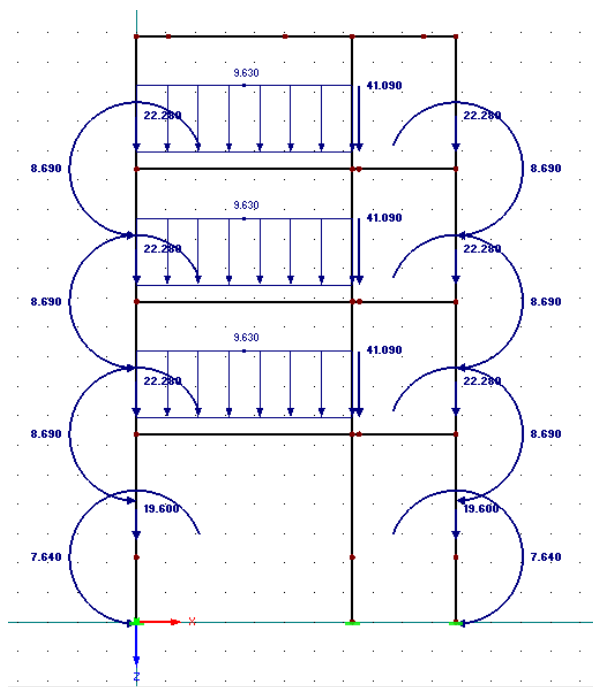
Oblast	w_e [kN/m ²]	Zatěžující šířka b [m]	q_e [kN/m]	Konstrkční výška h_k [m]	Reakce [kN]
D	0,427	5,5	2,349	4,5	5,28 kN
				4,175	4,90 kN
				Atika=0,65	1,53kN 0,5 kNm
E	-0,194	5,5	-1,067	4,5	-2,40 kN
				4,175	-2,23 kN
				Atika=0,65	0,69 kN 0,23 kNm

ZS3 - stálé - podlaha a střecha $\gamma_G = 1,35 \Rightarrow g_d = g_k \cdot \gamma_G$



Obr. 57.

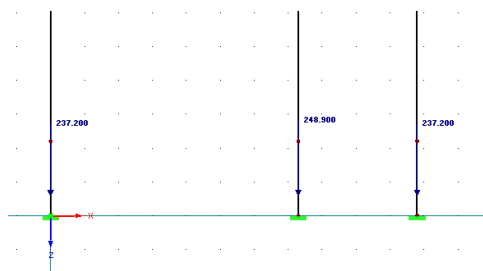
ZS4 - stálé – příčky a vnější fasáda $\gamma_G = 1,35 \Rightarrow g_d = g_k \cdot \gamma_G$



Obr. 58.

ZS5 - stálé – podlaha 1. NP a zemina na základovou patkou $\gamma_G = 1,35 \Rightarrow$

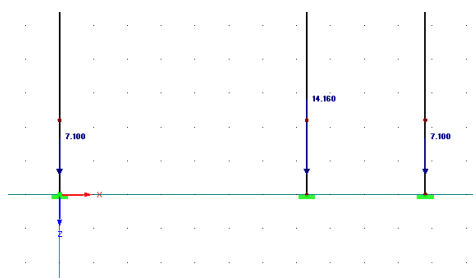
$$g_d = g_k \cdot \gamma_G$$



Obr. 59.

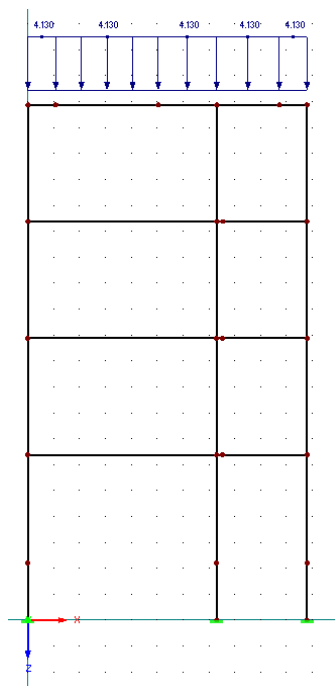
ZS6 - proměnné – užité 1.NP nad základovou patkou $\gamma_Q = 1,50 \Rightarrow q_d = q_k \cdot$

$$\gamma_Q$$



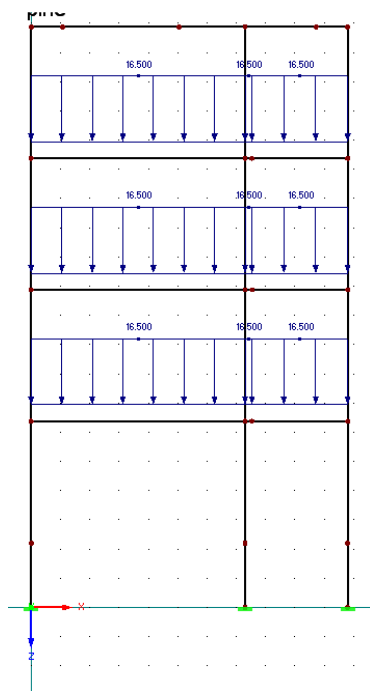
Obr. 60.

ZS7 - proměnné – užité zatížení střechy $\gamma_Q = 1,50 \Rightarrow q_d = q_k \cdot \gamma_Q$



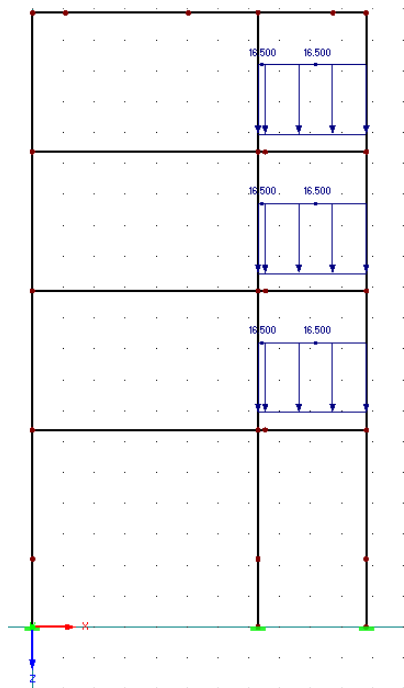
Obr. 61.

ZS8 - proměnné – užitné zatížení pater – plné $\gamma_Q = 1,50 \Rightarrow q_d = q_k \cdot \gamma_Q$



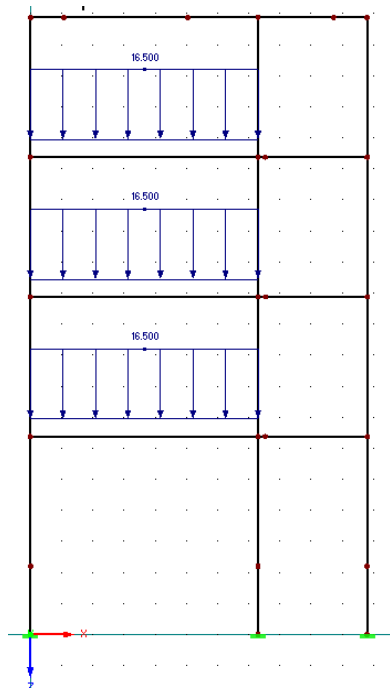
Obr. 62.

ZS9 - proměnné – užitné zatížení pater – sloupově 1 $\gamma_Q = 1,50 \Rightarrow q_d = q_k \cdot \gamma_Q$



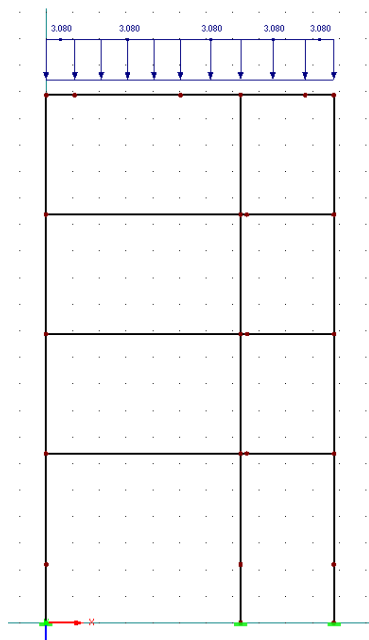
Obr. 63.

ZS10 - proměnné – užitné zatížení pater – sloupově 1 $\gamma_Q = 1,50 \Rightarrow q_d = q_k \cdot \gamma_Q$



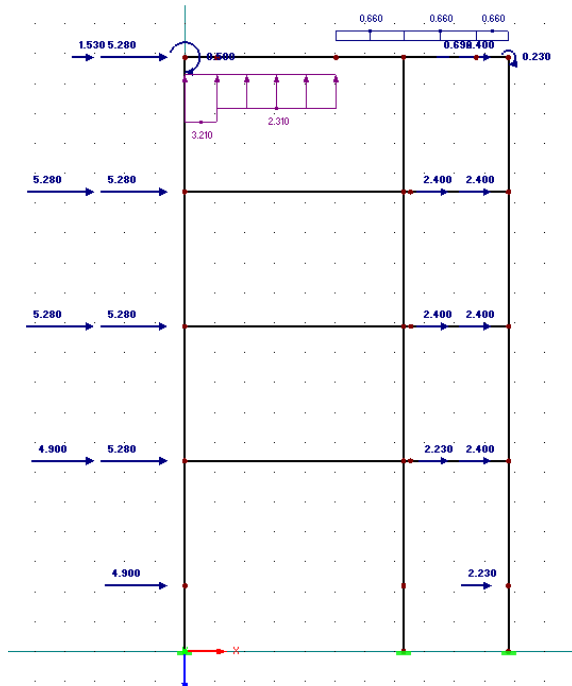
Obr. 64.

ZS11 – proměnné – sníh $\gamma_Q = 1,50; \psi_0 = 0,5 \Rightarrow q_d = q_k \cdot \psi_0 \cdot \gamma_Q$



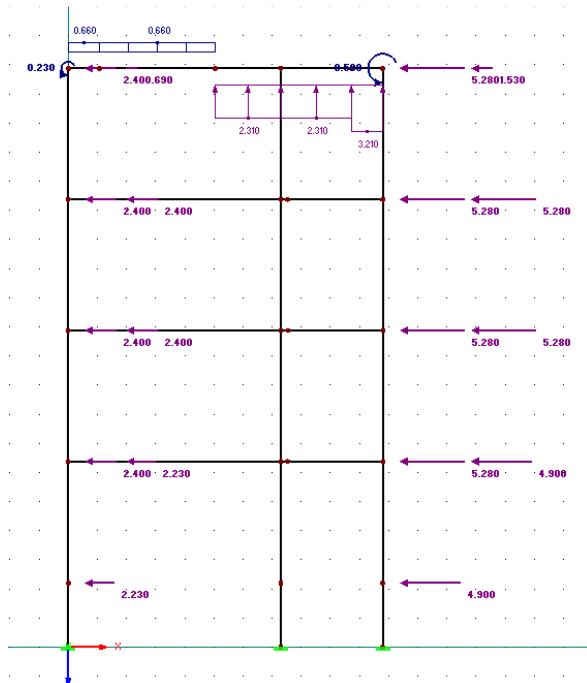
Obr. 65.

ZS12 – proměnné – vítr zleva $\gamma_Q = 1,50$; $\psi_0 = 0,6 \Rightarrow q_d = q_k \cdot \psi_0 \cdot \gamma_Q$



Obr. 66.

ZS13 – proměnné – vítr zprava $\gamma_Q = 1,50$; $\psi_0 = 0,6 \Rightarrow q_d = q_k \cdot \psi_0 \cdot \gamma_Q$



Obr. 67.

6.3. KOMBINACE ŽATĚŽOVACÍCH STAVŮ

Kombinace dle ČSN EN 1990, rovnice 6.10:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{j > 1} \gamma_{Qi} \psi_{Oi} Q_{ki}$$

G_{kj} ... stálá zatížení

γ_{Gj} ... nepříznivý účinek ... 1,35

P ... zatížení od předpětí ... 0

Q_{k1} ... hlavní proměnné zatížení

γ_{Q1} ... nepříznivý účinek ... 1,50

Q_{ki} ... vedlejší proměnná zatížení

ψ_{Oi} ... užité zatížení kategorie C ... 0,7

ψ_{Oi} ... sníh $H \leq 1000 \text{ m n. m.}$... 0,5

ψ_{Oi} ... vítr ... 0,6

	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ZS5	ZS6	ZS7	ZS8	ZS9	ZS10	ZS11	ZS12	ZS13
KZS1	x	x	x	x	x								
KZS2	x	x	x	x	x	x	x	x					
KZS3	x	x	x	x	x	x	x		x				
KZS4	x	x	x	x	x	x	x			x			
KZS5	x	x	x	x	x	x	x	x			x		
KZS6	x	x	x	x	x	x	x		x		x		
KZS7	x	x	x	x	x	x	x			x	x		
KZS8	x	x	x	x	x	x	x	x				X	
KZS9	x	x	x	x	x	x	x		x			X	
KZS10	x	x	x	x	x	x	x			x		X	
KZS11	x	x	x	x	x	x	x	x					x
KZS12	x	x	x	x	x	x	x		x				x
KZS13	x	x	x	x	x	x	x			x			x
KZS14	x	x	x	x	x	x	x	x			x	X	
KZS15	x	x	x	x	x	x	x		x		x	X	
KZS16	x	x	x	x	x	x	x			x	x	X	
KZS17	x	x	x	x	x	x	X	x			x		x
KZS18	x	x	x	x	x	x	x		x		x		x
KZS19	x	x	x	x	x	x	x			x	x		x
KZS20	Únosnost												

6.4. NÁVRH A POSOUZENÍ PRŮVLAKU

6.4.1. Vstupní údaje

Vliv prostředí: XC1 (suché prostředí – beton uvnitř budov s nízkou vlhkostí)

Třída konstrukce: S4

Beton: C30/37

Výztuž: B500B

Předběžný návrh výztuže průvlaku $\phi_s = 20 \text{ mm}$

Třmínky: $\phi_{tř} = 8 \text{ mm}$

Výztuž stropní desky nad podporami: $\phi_{sd} = 12 \text{ mm}$

6.4.2. Návrh krytí výztuže

- třmínky

Jmenovitá (nominální) hodnota betonové krycí vrstvy:

$$c \geq c_{nom}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm} \}$$

ϕ ... předpokládaný průměr výztužného prutu ... $\phi_{tř} = 8 \text{ mm} \Rightarrow c_{min,b} = 8 \text{ mm}$

$c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$, pro vliv prostředí XC1 a třídu konstrukce S4

$$c_{min} = \max \{ 8; 15 + 0 - 0 - 0; 10 \text{ mm} \} = 15 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = 25 \text{ mm} \Rightarrow$$

Navržená tloušťka krycí vrstvy ... $c_{nom,tř} = 25 \text{ mm}$

- **Podélná výztuž**

Jmenovitá (nominální) hodnota betonové krycí vrstvy:

$$c \geq c_{nom}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm} \}$$

ϕ ... předpokládaný průměr výztužného prutu ... $\phi = 20 \text{ mm} \Rightarrow c_{min,b} = 20 \text{ mm}$

$c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$, pro vliv prostředí XC1 a třídu konstrukce S4

$$c_{min} = \max \{ 20; 15 + 0 - 0 - 0; 10 \text{ mm} \} = 20 \text{ mm}$$

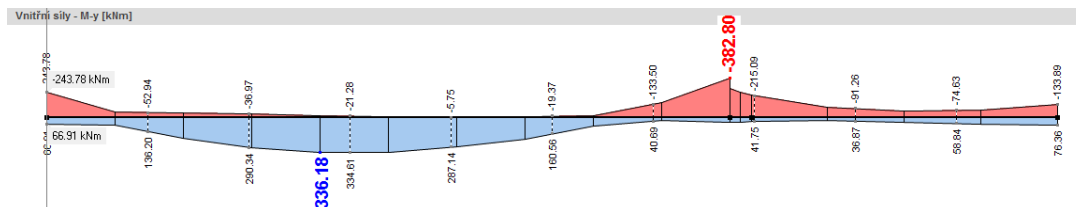
$$c_{nom,l} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

Vzhledem k požadovanému minimální krytí třmínků: $c_{min} = 25 \text{ mm}$, musí být pro podélnou výztuž $c_{nom} \geq 25 + 8 = 33 \text{ mm} \geq 32 \text{ mm} \Rightarrow$

\Rightarrow Navřžená toušťka krycí vrstvy ... $c_{nom} = 30 \text{ mm}$

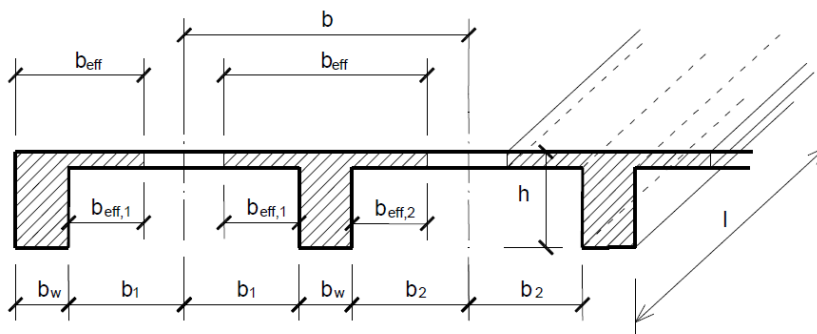
6.4.3. Únosnost průvlnaku namáhaného ohybovým momentem

Výpočtový ohybový moment - RFEM



Obr. 68

Spolupůsobící šířka desky



Obr. 69.

Příčný směr:

$$l = 10800 \text{ mm}$$

$$l_1 = 3500 \text{ mm}$$

$$l_1 = 7300 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{pro pole č. 1 - krajní pole: } l_0 = 0,70 \cdot l_1 = 0,70 \cdot 7300 = 5110 \text{ mm}$$

$$b_w = 350 \text{ mm}$$

$$b = 5500 \text{ mm}$$

$$b_1 = b_2 = (5500 - 350)/2 = 2575 \text{ mm}$$

$$b_{eff,i} = 0,2b_i + 0,1l_0 \leq 0,2l_0$$

$$b_{eff,1} = b_{eff,2} = 0,2 \cdot 2575 + 0,1 \cdot 5110 \leq 0,2 \cdot 5110$$

$$b_{eff,1} = b_{eff,2} = 1026,0 \text{ mm} \not\leq 1022$$

$$b_{eff,1} = b_{eff,2} = 1022 \text{ mm}$$

$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w \leq b$$

$$b_{eff} = 2 \cdot 1022 + 350 = \mathbf{2394 \text{ mm}} \leq 5500 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{pro pole \u010d. 2 - krajn\u00ed: } l_0 = 0,7 \cdot l_1 = 0,7 \cdot 3500 = 2450 \text{ mm}$$

$$b_w = 350 \text{ mm}$$

$$b = 5500 \text{ mm}$$

$$b_1 = b_2 = (5500 - 350)/2 = 2575 \text{ mm}$$

$$b_{eff,i} = 0,2b_i + 0,1l_0 \leq 0,2l_0$$

$$b_{eff,1} = 0,2 \cdot 2575 + 0,1 \cdot 2450 \leq 0,2 \cdot 2450$$

$$b_{eff,1} = 760 \text{ mm} \not\leq 490 \text{ mm}$$

$$b_{eff,1} = b_{eff,2} = 490 \text{ mm}$$

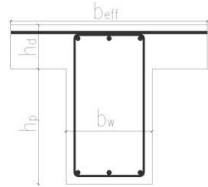
$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w \leq b$$

$$b_{eff} = 2 \cdot 490 + 350 = \mathbf{1330 \text{ mm}} \leq 5500 \text{ mm}$$

Posuzovaná oblast: <i>Nad podporou A</i>		Posuzovaný okraj desky: <i>Horní strana</i>		Průvlak nad 1. NP	
Materiálové charakteristiky				Krytí výztuže	
BETON C30/37				Stupeň vlivu prostředí: XC1	
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa	Konstrukční třída: S4	tloušťka
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa	$c_{nom,tř}$	25 mm
	γ_c	1,5	-	$c_{nom,l}$	30 mm
	α_{cc}	1,0	-	$\phi_{tř}$	8 mm
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa	ϕ	20 mm
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk 0,05}$	2,0	MPa	c_{nom}	30 mm
Přetvoření betonu	ε_{cu3}	3,5	‰	$c_{nom,desky} = c$	25 mm
OCEL B500B				Ilustrační schéma	
Modul pružnosti	E_s	200	GPa		
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa		
	γ_s	1,15	-		
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa		
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-		
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$	243,78	kNm		
Předběžný návrh výztuže				Návrh výztuže	
předpokládaný průměr výztuže podélné	ϕ	20	mm	d_s	20 mm
Předpokládaný průměr třmíneků	$\phi_{tř}$	8	mm		
Výška průřezu	h	650	mm	n	4 -
Šířka průvlaku	b_w	350	mm		
Spolupůsobící šířka	$b = b_w$	350	mm		
Statically účinná výška	$d = h - c - \phi_d - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2}$	595	mm	Průřezová plocha výztuže:	
Součinitel	λ	0,8	-		
Součinitel	η	1,0	-		
Poměrný ohybový moment	$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$	0,0984	-	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot n =$	
Poměrná hodnota ramena vnitřních sil	ζ	0,948	-	$1,2566 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$	
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$	0,000994	m ²		
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}} \right)$	0,000994	m ²		
Skutečná plocha výztuže					
Průměr výztuže	ϕ	20	mm		
Počet prutů	n	4	-		
Plocha výztuže	A_s	1256,6	mm ²		
Posouzení					
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	98,56	mm	Podmínka únosnosti: $M_{Rd} > M_{Ed}$	
Účinná výška	$d = h - c - \phi_d - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2}$	595	mm		
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	556,0	mm		
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	303,76	kNm		
$M_{Rd} = 303,76 \text{ kNm} > M_{Ed} = 243,78 \text{ kNm}$			\Rightarrow VYHOVÍ	Rezerva:	19,75 %

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,164$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,16 \leq 0,617 \wedge 0,16 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}}$	
Pro $\varepsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad - podélná (nosná)		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,26 \cdot$ $\frac{2,9}{500} \cdot 0,35 \cdot 0,595$ $A_{s,min} = 0,0003140 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 0,35 \cdot 0,595 =$ $0,000271 \text{ m}^2$ $A_s = 0,001257 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,001257 \geq 0,0003140 >$ $0,000271$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{350 \cdot 650}{2} = 113750 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002639 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,001257 \geq 0,0002639$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 0,35 \cdot 0,65 = 0,0091 \text{ mm}^2$ $A_s = 0,001257 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,001257 \leq 0,0091$	vyhovuje
Maximální vzdálenost profilů:	$s \leq 200$ pro $\frac{A_{s1,req}}{A_{s1}} \geq \frac{2}{3}$ jinak $s \leq 2300$	
$\frac{A_{s1,req}}{A_{s1}} = \frac{0,000994}{0,001257} = 0,791 \geq \frac{2}{3} = 0,67$ $\Rightarrow s \leq 200 \text{ mm}$ $s = \frac{350 - 2 \cdot 30 - 2 \cdot 8 - 4 \cdot 20}{3} = 64,7 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq s_{max}$ $64,7 \leq 200$	vyhovuje
Minimální vzdálenost profilů:	$s \geq (1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5; 20 \text{ mm})$	
$\phi_{s,max} = 20 \text{ mm}$ $s \geq (24; 25; 20)$ $s = 64,7 \text{ mm}$	Podmínka: $s \geq s_{min}$ $64,7 \geq 25$	vyhovuje

Posuzovaná oblast: <i>V poli I</i>		Posuzovaný okraj desky: <i>Dolní strana</i>		Průvlak nad 1. NP			
Materiálové charakteristiky				Krytí výztuže			
BETON C30/37				Stupeň vlivu prostředí: XC1 Konstruktivní třída: S4 tloušťka $c_{nom,tř}$ 25 mm $c_{nom,l}$ 30 mm $\phi_{tř}$ 8 mm ϕ 20 mm $c_{nom} = c$ 30 mm			
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa				
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa				
	γ_c	1,5	-				
	α_{cc}	1,0	-				
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa				
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk 0,05}$	2,0	MPa				
Přetvoření betonu	ε_{cu3}	3,5	‰				
OCEL B500B						Ilustrační schéma 	
Modul pružnosti	E_s	200	GPa				
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa				
	γ_s	1,15	-				
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa				
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-				
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$	336,18	kNm				
Předběžný návrh výztuže				Návrh výztuže			
předpokládaný průměr výztuže podélné	ϕ	20	mm	d_s	20 mm		
Předpokládaný průměr třmíneků	$\phi_{tř}$	8	mm				
Výška průřezu	h	650	mm	n	5 -		
Šířka průvlaku	b_w	350	mm				
Spolupůsobící šířka	$b = b_{eff}$	2394	mm				
Staticky účinná výška	$d = h - c - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2}$	602	mm	Průřezová plocha výztuže:			
Součinitel	λ	0,8	-				
Součinitel	η	1,0	-				
Poměrný ohybový moment	$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$	0,0194	-	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot n =$			
Poměrná hodnota ramena vnitřních sil	ζ	0,995	-	$1,5708 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$			
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$	0,00130	m ²				
Nutná plocha výztuže přesný výpočet	$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right) =$	0,00130	m ²				
Skutečná plocha výztuže							
Průměr výztuže	ϕ	20	mm				
Počet prutů	n	5	-				
Plocha výztuže	A_s	1570,8	mm ²				
Posouzení							
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	17,83	mm	Podmínka únosnosti: $M_{Rd} > M_{Ed}$			
Účinná výška	$d = h - c - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2}$	602	mm				
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	594,87	mm				
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	406,27	kNm				
$M_{Rd} = 406,27 \text{ kNm} > M_{Ed} = 336,18 \text{ kNm} \Rightarrow$ VYHOVÍ Rezerva: 17,25 %							

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,030$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,030 \leq 0,617 \wedge 0,024 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{sy}}$	
Pro $\epsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad - podélná (nosná)		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 0,35 \cdot 0,602$ $A_{s,min} = 0,0003177 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 0,35 \cdot 0,602 = 0,000274 \text{ m}^2$ $A_s = 0,0015708 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,0015708 \geq 0,0003177 > 0,000274$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{350 \cdot 650}{2} = 113750 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002639 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,0015708 \geq 0,0002639$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 0,35 \cdot 0,65 = 0,0091 \text{ m}^2$ $A_s = 0,0015708 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,0015708 \leq 0,0091$	vyhovuje
Maximální vzdálenost profilů:	$s \leq 200$ pro $\frac{A_{s1,req}}{A_{s1}} \geq \frac{2}{3}$ jinak $s \leq 2300$	
$\frac{A_{s1,req}}{A_{s1}} = \frac{0,00130}{0,0015708} = 0,827 \geq \frac{2}{3} = 0,67$ $\Rightarrow s \leq 200 \text{ mm}$ $s = \frac{350 - 2 \cdot 30 - 2 \cdot 8 - 5 \cdot 20}{4} = 43,5 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq s_{max}$ $43,5 \leq 200$	vyhovuje
Minimální vzdálenost profilů:	$s \geq (1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5; 20 \text{ mm})$	
$\phi_{s,max} = 20 \text{ mm}$ $s \geq (24; 25; 20)$ $s = 43,5 \text{ mm}$	Podmínka: $s \geq s_{min}$ $43,5 \geq 25$	vyhovuje

Posuzovaná oblast: <i>Nad podporou B</i>		Posuzovaný okraj desky: <i>Horní strana</i>		Průvlak nad 1. NP	
Materiálové charakteristiky				Krytí výztuže	
BETON C30/37				Stupeň vlivu prostředí: XC1	
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa	Konstrukční třída: S4	tloušťka
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa	$c_{nom,tř}$	25 mm
	γ_c	1,5	-	$c_{nom,l}$	30 mm
	α_{cc}	1,0	-	$\phi_{tř}$	8 mm
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa	ϕ	20 mm
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk,0,05}$	2,0	MPa	c_{nom}	30 mm
Přetvoření betonu	ε_{cu3}	3,5	‰	$c_{nom,d} = c$	25 mm
				ϕ_d	12 mm
OCEL B500B				Ilustrační schém	
Modul pružnosti	E_s	200	GPa		
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa		
	γ_s	1,15	-		
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa		
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-		
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$	382,80	kNm		
Předběžný návrh výztuže				Návrh výztuže	
předpokládaný průměr výztuže podélné	ϕ	20	mm	d_s	20 mm
Předpokládaný průměr třmíneků	$\phi_{tř}$	8	mm		
Výška průřezu	h	650	mm	n	6 -
Šířka průvlaku	b_w	350	mm		
Spolupůsobící šířka	$b = b_w$	350	mm		
Staticky účinná výška	$d = h - c - \phi_d - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2}$	595	mm	Průřezová plocha výztuže:	
Součinitel	λ	0,8	-	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot n =$	
Součinitel	η	1,0	-		
Poměrný ohybový moment	$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$	0,154	-	$1,8850 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$	
Poměrná hodnota ramena vnitřních sil	ζ	0,915	-		
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$	0,001616	m ²		
Nutná plocha výztuže přesný výpočet	$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right) =$	0,001616	m ²		
Skutečná plocha výztuže					
Průměr výztuže	ϕ	20	mm		
Počet prutů	n	6	-		
Plocha výztuže	A_s	1884,96	mm ²		
Posouzení					
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	146,35	mm	Podmínka únosnosti:	
Účinná výška	$d = h - c - \phi_d - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2}$	595	mm	$M_{Rd} > M_{Ed}$	
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	536,46	mm		
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	439,65	kNm		
$M_{Rd} = 439,65 \text{ kNm} > M_{Ed} = 382,80 \text{ kNm}$			\Rightarrow VYHOVÍ	Rezerva:	12,93 %

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,25$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,25 \leq 0,617 \wedge 0,25 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{sy}}$	
Pro $\epsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad - podélná (nosná)		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 0,35 \cdot 0,595$ $A_{s,min} = 0,0003140 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 0,35 \cdot 0,595 = 0,000271 \text{ m}^2$ $A_s = 0,001885 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,001885 \geq 0,0003140 > 0,000271$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{350 \cdot 650}{2} = 113750 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002639 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,001885 \geq 0,0002639$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 0,35 \cdot 0,65 = 0,0091 \text{ m}^2$ $A_s = 0,001885 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,001885 \leq 0,0091$	vyhovuje
Maximální vzdálenost profilů:	$s \leq 200$ pro $\frac{A_{s1,req}}{A_{s1}} \geq \frac{2}{3}$ jinak $s \leq 2300$	
$\frac{A_{s1,req}}{A_{s1}} = \frac{0,001616}{0,001885} = 0,857 \geq \frac{2}{3} = 0,67$ $\Rightarrow s \leq 200 \text{ mm}$ $s = \frac{350 - 2 \cdot 30 - 2 \cdot 8 - 6 \cdot 20}{5} = 30,8 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq s_{max}$ $30,8 \leq 200$	vyhovuje
Minimální vzdálenost profilů:	$s \geq (1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5; 20 \text{ mm})$	
$\phi_{s,max} = 20 \text{ mm}$ $s \geq (24; 25; 20)$ $s = 30,8 \text{ mm}$	Podmínka: $s \geq s_{min}$ $30,8 \geq 25$	vyhovuje

Posuzovaná oblast: <i>V poli II</i>		Posuzovaný okraj desky: <i>Dolní strana</i>		Průvlak nad 1. NP	
Materiálové charakteristiky				Krytí výztuže	
BETON C30/37				Stupeň vlivu prostředí: XC1	
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa	Konstrukční třída: S4	tloušťka
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa	$c_{nom,tř}$	25 mm
	γ_c	1,5	-	$c_{nom,l}$	30 mm
	α_{cc}	1,0	-	$\phi_{tř}$	8 mm
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa	ϕ	20 mm
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk 0,05}$	2,0	MPa	$c_{nom} = c$	30 mm
Přetvoření betonu	ε_{cu3}	3,5	‰		
OCEL B500B				Ilustrační schéma	
Modul pružnosti	E_s	200	GPa		
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa		
	γ_s	1,15	-		
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa		
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-		
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$	58,84	kNm		
Předběžný návrh výztuže				Návrh výztuže	
předpokládaný průměr výztuže podélné	ϕ	20	mm	d_s	20 mm
Předpokládaný průměr třmíneků	$\phi_{tř}$	8	mm		
Výška průřezu	h	650	mm	n	2 -
Šířka průvlaku	b_w	350	mm		
Spolupůsobící šířka	$b = b_{eff}$	1330	mm		
Staticky účinná výška	$d = h - c - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2}$	602	mm	Průřezová plocha výztuže:	
Součinitel	λ	0,8	-		
Součinitel	η	1,0	-		
Poměrný ohybový moment	$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$	0,0061	-	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot n =$	
Poměrná hodnota ramena vnitřních sil	ζ	0,995	-	$0,6283 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$	
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$	0,000225	m ²		
Nutná plocha výztuže přesný výpočet	$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right) =$	0,000225	m ²		
Skutečná plocha výztuže					
Průměr výztuže	ϕ	20	mm		
Počet prutů	n	2	-		
Plocha výztuže	A_s	628,3	mm ²		
Posouzení					
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	12,8	mm	Podmínka únosnosti: $M_{Rd} > M_{Ed}$	
Účinná výška	$d = h - c - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2}$	602	mm		
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	596,87	mm		
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	163,05	kNm		
$M_{Rd} = 163,05 \text{ kNm} > M_{Ed} = 46,52 \text{ kNm}$		\Rightarrow VYHOVÍ		Rezerva:	63,91 %

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,021$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ $0,021 \leq 0,617 \wedge 0,021 \leq 0,45$ vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}}$	
Pro $\varepsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad - podélná (nosná)		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 0,35 \cdot 0,602$ $A_{s,min} = 0,0003177 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 0,35 \cdot 0,602 = 0,000274 \text{ m}^2$ $A_s = 0,000628 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,000628 \geq 0,0003177 > 0,000274$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{350 \cdot 650}{2} = 113750 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002639 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,000628 \geq 0,0002639$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 0,35 \cdot 0,65 = 0,0091 \text{ m}^2$ $A_s = 0,000760 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,000628 \leq 0,0091$	vyhovuje
Maximální vzdálenost profilů:	$s \leq 200$ pro $\frac{A_{s1,req}}{A_{s1}} \geq \frac{2}{3}$ jinak $s \leq 2300$	
$\frac{A_{s1,req}}{A_{s1}} = \frac{0,000225}{0,0006283} = 0,359 \not\geq \frac{2}{3} = 0,67$ $\Rightarrow s \leq 300 \text{ mm}$ $s = \frac{350 - 2 \cdot 30 - 2 \cdot 8 - 2 \cdot 20}{1} = 234 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq s_{max}$ $234 \leq 300$	vyhovuje
Minimální vzdálenost profilů:	$s \geq (1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5; 20 \text{ mm})$	
$\phi_{s,max} = 20 \text{ mm}$ $s \geq (24; 25; 20)$ $s = 234 \text{ mm}$	Podmínka: $s \geq s_{min}$ $234 \geq 25$	vyhovuje

Posuzovaná oblast: <i>Nad podporou C</i>		Posuzovaný okraj desky: <i>Horní strana</i>		Průvlak nad 1. NP	
Materiálové charakteristiky				Krytí výztuže	
BETON C30/37				Stupeň vlivu prostředí: XC1	
Charakteristická pevnost v tahu	f_{ctm}	2,9	MPa	Konstrukční třída: S4	tloušťka
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	30	MPa	$c_{nom,tř}$	25 mm
	γ_c	1,5	-	$c_{nom,l}$	30 mm
	α_{cc}	1,0	-	$\phi_{tř}$	8 mm
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	20	MPa	ϕ	20 mm
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{ctk 0,05}$	2,0	MPa	c_{nom}	30 mm
Přetvoření betonu	ε_{cu3}	3,5	‰	$c_{nom,d} = c$	25 mm
				ϕ_d	12 mm
OCEL B500B				Ilustrační schéma	
Modul pružnosti	E_s	200	GPa		
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa		
	γ_s	1,15	-		
návrhová mez kluzu	f_{yd}	434,8	MPa		
	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$	0,00217	-		
Návrhový ohybový moment:	$M_{Ed} =$	130,17	kNm		
Předběžný návrh výztuže				Návrh výztuže	
předpokládaný průměr výztuže podélné	ϕ	20	mm	d_s	20 mm
Předpokládaný průměr třmíneků	$\phi_{tř}$	8	mm		
Výška průřezu	h	650	mm	n	2 -
Šířka průvlaku	b_w	350	mm		
Spolupůsobící šířka	$b = b_w$	350	mm		
Staticky účinná výška	$d = h - c - \phi_d - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2}$	595	mm	Průřezová plocha výztuže:	
Součinitel	λ	0,8	-		
Součinitel	η	1,0	-		
Poměrný ohybový moment	$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$	0,0532	-	$A_s = \pi \cdot \frac{d_s^2}{4} \cdot n =$	
Poměrná hodnota ramena vnitřních sil	ζ	0,972	-	$0,628 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$	
Nutná plocha výztuže	$A_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$	0,000532	m ²		
Nutná plocha výztuže přesný výpočet	$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right) =$	0,000532	m ²		
Skutečná plocha výztuže					
Průměr výztuže	ϕ	20	mm		
Počet prutů	n	2	-		
Plocha výztuže	A_s	628,32	mm ²		
Posouzení					
Výška tlačené oblasti	$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$	48,78	mm	Podmínka únosnosti:	
Účinná výška	$d = h - c - \phi_d - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2}$	595	mm	$M_{Rd} > M_{Ed}$	
Rameno vnitřních sil	$z = d - \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot x$	575,49	mm		
Moment na mezi únosnosti	$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	157,21	kNm		
$M_{Rd} = 157,21 \text{ kNm} > M_{Ed} = 130,17 \text{ kNm}$			\Rightarrow VYHOVÍ	Rezerva:	14,84 %

Kontrola předpokladu napětí ve výztuži		
Omezení výšky tlačené oblasti:	$\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$	
Poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = \frac{x}{d} = 0,082$	Podmínka: $\xi \leq \xi_{bal,1} \wedge \xi \leq \xi_{max}$ 0,082 0,617 \wedge 0,082 \leq 0,45 vyhovuje
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{max} = 0,45$	
Maximální poměrná výška tlačené oblasti	$\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{sy}}$	
Pro $\epsilon_{cu} = -0,0035$ a $E_s = 200 \text{ GPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = 0,617$	

Posouzení konstrukčních zásad - podélná (nosná)		
Minimální plocha výztuže:	$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$	
$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 0,35 \cdot 0,595$ $A_{s,min} = 0,0003140 \text{ m}^2$ $0,0013 \cdot b_t \cdot d = 0,0013 \cdot 0,35 \cdot 0,595 = 0,000271 \text{ m}^2$ $A_s = 0,000628 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min} > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$ $0,000628 \geq 0,0003140 > 0,000271$	vyhovuje
Omezení šířky trhlin:	$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$ pro $h \geq 200 \text{ mm}$	
$k_c = 0,4; k = 1,0$ $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ $A_{ct} \sim \frac{b \cdot h_d}{2} = \frac{350 \cdot 650}{2} = 113750 \text{ mm}^2$ $\sigma_s = \max f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = 0,0002639 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \geq A_{s,min}$ $0,000628 \geq 0,0002639$	vyhovuje
Maximální plocha výztuže:	$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$	
$A_{s,max} = 0,04 \cdot 0,35 \cdot 0,65 = 0,0091 \text{ mm}^2$ $A_s = 0,000628 \text{ m}^2$	Podmínka: $A_s \leq A_{s,max}$ $0,000628 \leq 0,0091$	vyhovuje
Maximální vzdálenost profilů:	$s \leq 200$ pro $\frac{A_{s1,req}}{A_{s1}} \geq \frac{2}{3}$ jinak $s \leq 2300$	
$\frac{A_{s1,req}}{A_{s1}} = \frac{0,000532}{0,000628} = 0,847 \geq \frac{2}{3} = 0,67$ $\Rightarrow s \leq 200 \text{ mm}$ $s = \frac{350 - 2 \cdot 30 - 2 \cdot 8 - 2 \cdot 20}{1} = 234 \text{ mm} \Rightarrow 200 \text{ mm}$	Podmínka: $s \leq s_{max}$ $200 \leq 300$	vyhovuje
Minimální vzdálenost profilů:	$s \geq (1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5; 20 \text{ mm})$	
$\phi_{s,max} = 20 \text{ mm}$ $s \geq (24; 25; 20)$ $s = 200 \text{ mm}$	Podmínka: $s \geq s_{min}$ $200 \geq 25$	vyhovuje

6.4.4. Konstrukční uspořádání výztuže

Kotvení podélné výztuže a přesahová délka:

Mezní napětí v soudržnosti:

$$f_{bd} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctd} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,33 = 2,33 \text{ MPa}$$

η_1 ... součinitel závislý na kvalitě podmínek v soudržnosti a poloze prutu během betonáže ... $\eta_1 = 0,7$ pro špatné podmínky soudržnosti

η_2 ... součinitel závislý na průměru prutu ... $\eta_2 = 1,0$; pro $\phi \leq 32 \text{ mm}$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{2,0}{1,5} = 1,33 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$f_{ctk,0,05} = 2,0 \text{ pro C30/37}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

Výztuž ϕ 20 mm (horní i dolní výztuž)

d) Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi \cdot \sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{20 \cdot 434,8}{4 \cdot 2,33} = 933 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

e) Návrhová kotevní délka

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

α_1 ... vliv tvaru prutu ... přímý prut 1,0

α_2 ... vliv minimální krycí vrstvy ... $\alpha_2 = 1 - 0,15(c_d - \phi)/\phi$; $0,7 \leq \alpha_2 \leq 1,0$

$$c_d = 25 \text{ mm} \Rightarrow \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(30-20)}{20} = 0,925; 0,7 \leq 0,925 \leq 1,0$$

α_3 ... vliv ovinutí příčnou výztuží ... $\alpha_3 = 1 - K\lambda$; $\Rightarrow \alpha_3 = 1,0$

α_4 ... vliv jednoho nebo více přivařených prutů v l_{bd} ... $\alpha_4 = 1,0$

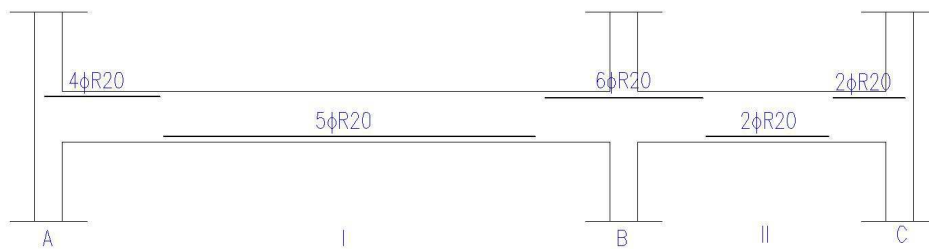
α_5 ... vliv tlaku kolmého na rovinu odštěpování betonu v l_{bd} ... $\alpha_5 = 1 - 0,04p$;
 $0,7 \leq \alpha_5 \leq 1,0$

$$l_{b,min} = \max\{0,3l_{b,rqd}; 10\phi; 100mm\} = \max\{0,3 \cdot 933; 10 \cdot 20; 100mm\} = 280mm$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 0,925 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 933 = 863 \text{ mm} \geq l_{b,min} = 280 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = 870 \text{ mm}$$

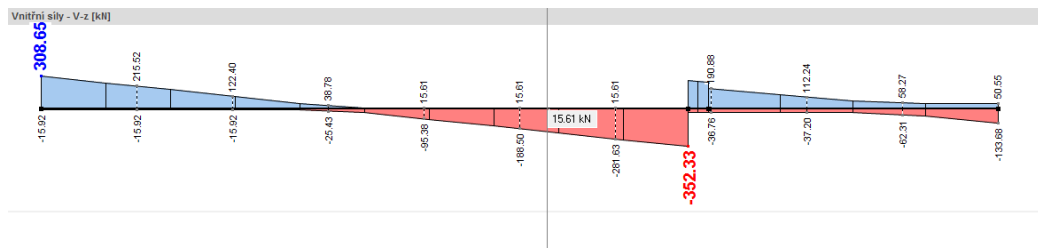
6.4.5. Schéma rozmístění ohybové výztuže



Obr. 70.

6.4.6. Únosnost průvlaku namáhaného smykem

Výpočtová posouvající síla



Obr. 71.

- f) Podpory příčle jsou přímé – hodnotu posouvající síly můžeme redukovat na hodnotu ve vzdálenosti d od líce podpory:

Šířka podpory 350mm, $d = 595$ mm

$$V_{Ed,A} = 308,65 \text{ kN} \Rightarrow V_{Ed,A,red} = 242,25 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,B,I} = -352,33 \text{ kN} \Rightarrow V_{Ed,B,I} = -285,94 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,B,II} = 1265,39 \text{ kN} \Rightarrow V_{Ed,B,II,red} = 153,53 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,C} = -133,68 \text{ kN} \Rightarrow V_{Ed,C,red} = -77,30 \text{ kN}$$

Únosnost betonového průřezu bez smykové výztuže:

Vyžaduje alespoň konstrukční výztuž

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck} \cdot b_w \cdot d} \geq V_{Rd,c,min}$$

$$V_{Rd,c,min} = v_{min} \cdot b_w \cdot d = 0,381 \cdot 0,35 \cdot 0,595 = 0,07934$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,580^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,381 \text{ MN}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

γ_c ... součinitel bezpečnosti, $C_{Rd,c}$... součinitel EN 1992 -1-1

$$\text{Vliv výšky ... } k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{595}} = 1,580 \leq 2,0$$

d ... účinná výška trámu ... 596mm

$$\text{Stupeň podélného vyztužení ... } \rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{0,001885}{0,35 \cdot 0,595} = 0,00905 \leq 0,02$$

A_{s1} ... navržená plocha ohybové výztuže

Síla přenášená betonem a tahovou výztuží

$$V_{Rd,c} = 0,12 \cdot 1,580 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 0,00905 \cdot 30} \cdot 0,35 \cdot 0,595 = 0,1187 \text{ MN} \geq 0,079 \text{ MN}$$

$$V_{Rd,c} \not\geq V_{Ed,B,I} \Rightarrow \text{smyková výztuž je nutná}$$

Únosnost tlakových diagonál:

$$V_{Rd,max} = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \frac{\cot\theta}{1+\cot^2\theta}$$

$$\text{Volba ... } \cot\theta = 2,5$$

redukční součinitel únosnosti tlačené diagonály ...

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0,528$$

$$z \dots \text{rameno vnitřních sil } z \sim 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 595 = 535,5 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,max} = 0,528 \cdot 20 \cdot 0,35 \cdot 0,536 \cdot \frac{2,5}{1+2,5^2} = 683,122 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} \geq V_{Ed,B,I}$$

$$683,12 \geq 290,43 \Rightarrow \text{vyhovuje} \Rightarrow \text{nadále uvažujeme } \cot\theta = 2,5$$

Návrh výztuže:

Ocel třmínků: B 500B, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$,

Potřebný stupeň vyztužení:

$$\rho_w = \frac{|V_{sd}|}{f_{ywd} \cdot b_w \cdot z \cdot \cot \theta}$$

Minimální stupeň vyztužení:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{30}}{500} = 0,00088$$

Kontrola stupně vyztužení:

$$\rho_{sw} = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s_l} \geq \rho_w \geq \rho_{w,min}$$

Omezení smykové výztuže:

$$\text{Zajištění duktility} \dots \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd}}{b_w \cdot s_l} \leq 0,5 \cdot \nu \cdot f_{cd}$$

Volba konstrukčních třmínků:

$\phi_{sw} = 8 \text{ mm}$, střižnost třmínků (počet větví): $n=2$, θ úhel tlakových diagonál

$$\text{Plocha třmínků: } A_{sw} = n \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{sw}^2}{4} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 8^2}{4} = 100,53 \text{ mm}^2$$

$$\text{Maximální vzdálenost třmínků: } s_l = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot \rho_w}$$

Maximální příčná vzdálenost třmínků (vzdálenost větví): $s_{t,max} = 0,75d = 0,75 \cdot 595 = 446 \text{ mm} \leq 600 \text{ mm}$

Maximální podélná vzdálenost třmínků:

$$s_{1,max} = 0,75d(1 + \cot \alpha) \wedge s_{1,max} \leq 400 \text{ mm}$$

$$s_{1,max} = 0,75 \cdot 0,596(1 + 2,5) = 1565 \text{ mm} \wedge s_{1,max} \leq 400 \text{ mm}$$

Posouzení:

Návrhová síla ve výztuži na mezi únosnosti je v oblasti podpor rovna

$$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \frac{\cotg \theta}{s} = 110,53 \cdot 434,8 \cdot 536 \cdot \frac{2,5}{180} = 357,77 \text{ kN} \geq V_{Sd} = 299,34 \text{ kN}$$

Rezerva: 19,52 %

Konstrukční uspořádání – vzdálenost třmínku $s = 300 \text{ mm}$

Únosnost konstrukčních třmínků:

$$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \frac{\cotg \theta}{s} = 110,53 \cdot 434,8 \cdot 536 \cdot \frac{2,5}{300} = 214,66 \text{ kN}$$

Návrh třmínků podpora A: $V_{Ed,A,red} = 242,25 \text{ kN}$

Návrh zhuštění na $s = 220 \text{ mm}$

$$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \frac{\cotg \theta}{s} = 110,53 \cdot 434,8 \cdot 536 \cdot \frac{2,5}{220} = 292,72 \text{ kN} \geq V_{Sd} = 242,25 \text{ kN}$$

Rezerva: 20,8 %

$$\rho_{sw} = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s_i} = \frac{100,53}{350 \cdot 220} = 0,00131 \geq \rho_{w,min} = 0,00088$$

$$\frac{A_{sw} \cdot f_{ywd}}{b_w \cdot s_i} \leq 0,5 \cdot \nu \cdot f_{cd}$$

$$\frac{100,53 \cdot 434,8}{350 \cdot 220} = 0,624 \leq 0,5 \cdot 0,528 \cdot 20 = 5,28 \Rightarrow \text{splněno}$$

Návrh třmínků podpora B: $V_{Ed,B,I} = 285,94 \text{ kN}$

Návrh zhuštění na $s = 200 \text{ mm}$

$$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \frac{\cotg \theta}{s} = 110,53 \cdot 434,8 \cdot 536 \cdot \frac{2,5}{200} = 322,00 \text{ kN} \geq V_{Sd} = 285,94 \text{ kN}$$

Rezerva: 12,9 %

$$\rho_{sw} = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s_i} = \frac{100,53}{350 \cdot 200} = 0,001436 \geq \rho_{w,min} = 0,00088$$

$$\frac{A_{sw} \cdot f_{ywd}}{b_w \cdot s_i} \leq 0,5 \cdot \nu \cdot f_{cd}$$

$$\frac{100,53 \cdot 434,8}{350 \cdot 200} = 0,624 \leq 0,5 \cdot 0,528 \cdot 20 = 5,28 \Rightarrow \text{splněno}$$

Návrh třmínků podpora B: $V_{Ed,B,II,red} = 153,53 \text{ kN}$

$$s = 300$$

$$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \frac{\cotg \theta}{s} = 110,53 \cdot 434,8 \cdot 536 \cdot \frac{2,5}{300} = 214,66 \text{ kN} \geq$$

$$V_{Sd} = \mathbf{153,53 \text{ kN}}$$

Rezerva: 39,8 %

$$\rho_{sw} = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s_i} = \frac{100,53}{350 \cdot 300} = 0,00096 \geq \rho_{w,min} = 0,00088$$

$$\frac{A_{sw} \cdot f_{ywd}}{b_w \cdot s_i} \leq 0,5 \cdot \nu \cdot f_{cd}$$

$$\frac{100,53 \cdot 434,8}{350 \cdot 300} = 0,416 \leq 0,5 \cdot 0,528 \cdot 20 = 5,28 \Rightarrow \text{splněno}$$

Návrh třmínků podpora C: $V_{Ed,C,red} = 77,30 \text{ kN}$

Vyhovují konstrukční třmínky $s = 300$

$$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \frac{\cotg \theta}{s} = 110,53 \cdot 434,8 \cdot 536 \cdot \frac{2,5}{300} = 214,66 \text{ kN} \geq$$

$$V_{Sd} = \mathbf{77,30 \text{ kN}}$$

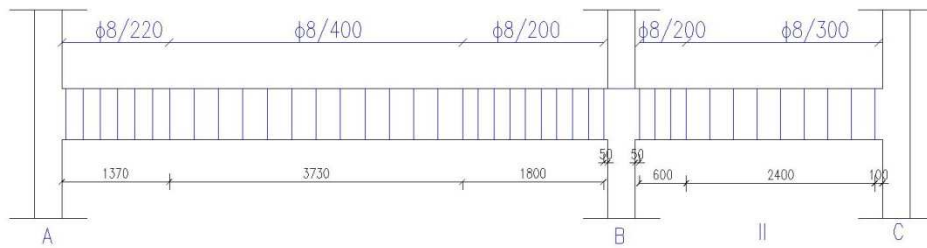
Rezerva: 177 %

$$\rho_{sw} = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s_i} = \frac{100,53}{350 \cdot 300} = 0,00096 \geq \rho_{w,min} = 0,00088$$

$$\frac{A_{sw} \cdot f_{ywd}}{b_w \cdot s_i} \leq 0,5 \cdot \nu \cdot f_{cd}$$

$$\frac{100,53 \cdot 434,8}{350 \cdot 300} = 0,416 \leq 0,5 \cdot 0,528 \cdot 20 = 5,28 \Rightarrow \text{splněno}$$

6.4.7. Schematické rozmístění smykové výztuže



Obr.72.

6.4.8. KONTROLA MEZNÍCH STAVŮ POUŽITELNOSTI

Hodnoty vnitřních sil z výpočtového programu RFEM dle rovnice:

Pro kombinace:

Charakteristické: $\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + Q_{k1} + \sum_{j > 1} \psi_{0i} Q_{ki}$

Kvazistálé: $\sum_{j \geq 1} G_{kj} + \sum_{j \geq 1} \psi_{2,i} Q_{ki}$

6.4.8.1. Mezní stav omezení napětí:

Tlaková napětí v betonu – omezením nadměrných hodnot tlakových napětí v betonu lze předejít vzniku podélných trhlin, rozvoji mikrotrhlin a vyšším hodnotám dotvarování, které by mohlo ovlivnit funkčnost konstrukce

Tahová napětí ve výztuži – omezením napjatosti výztuže se zamezuje vzniku nadměrného nepružného přetvoření výztuže a zamezit vzniku širokých, trvale otevřených trhlin v betonu

Výpočet: výpočet napjatosti na plně působícím průřezu

Napětí v tlačeném betonu při charakteristické kombinaci zatížení nepřekročilo hodnotu $0,6 f_{ck}$

Napětí ve výztuži při charakteristické kombinaci zatížení nemá překročit $0,8 f_{yk}$

Vstupní údaje:

Beton C30/37: $E_{cm} = 32 \text{ MPa}$, $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$

Ocel B500B: $E_s = 200 \text{ MPa}$

$h = 180 + 470 = 650 \text{ mm}$, $b_{eff} = 2394 \text{ mm}$; $b = 350 \text{ mm}$, $d = 602 \text{ mm}$, $d_2 = c + \phi_d + \phi_{tr} + \frac{\phi}{2} = 25 + 12 + 8 + \frac{10}{2} = 50 \text{ mm}$

$A_{s1} = 1,5708 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ (tažená výztuž trámu, $5\phi 20 \text{ mm}$);

$A_{s2} = 1,5708 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ (konstrukční výztuž $2\phi 10 \text{ mm}$)

A. Ideální průřez (plně působící v tahu i tlaku):

$$\text{zákl. charakteristika průřezu: } \alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{32} = 6,25$$

$$\text{plocha ideál. průřezu: } A_i = A_c + \alpha_e \cdot (A_{s1} + A_{s2}) = 2,394 \cdot 0,18 + 0,35 \cdot 0,47 + 6,25 \cdot (1,5708 \cdot 10^{-3} + 1,5708 \cdot 10^{-4}) = 0,6062 \text{ m}^2$$

vzdálenost těžiště ideál. Průřezu od horního okraje:

$$a_{gi} = \frac{A_c \cdot a_c + \alpha_e \cdot (A_{s1} \cdot d + A_{s2} \cdot d_2)}{A_i} = \frac{2,394 \cdot 0,18 \cdot \frac{0,18}{2} + 0,47 \cdot 0,35 \cdot \left(\frac{0,47}{2} + 0,18\right) + 6,25 \cdot (1,5708 \cdot 10^{-3} \cdot 0,602 + 1,5708 \cdot 10^{-4} \cdot 0,05)}{0,6062} = 0,1864 \text{ m}$$

Moment setrvačnosti ideál. průřezu k jeho těžištní ose:

$$I_i = I_c + A_c \cdot (a_{gi} - a_c)^2 + \alpha_e \cdot \left[A_{s1} \cdot (d - a_{gi})^2 + A_{s2} \cdot (a_{gi} - d_2)^2 \right] = \frac{2,394 \cdot 0,18^3}{12} + 2,394 \cdot 0,18 \cdot \left(0,1864 - \frac{0,18}{2}\right)^2 + \frac{0,35 \cdot 0,47^3}{12} + 0,35 \cdot 0,47 \cdot \left(-0,1864 + \frac{0,47}{2} + 0,18\right)^2 + 6,25 \cdot [1,5708 \cdot 10^{-3} \cdot (0,602 - 0,1864)^2 + 1,5708 \cdot 10^{-4} \cdot (0,1864 - 0,050)^2] = 5,168 \cdot 10^{-3} + 0,011625 + 1,6957 \cdot 10^{-3} + 1,8265 \cdot 10^{-5} = 0,01851 \text{ m}^4$$

Ke vzniku trhlin dochází za podmínky:

$$\sigma_c > f_{ct,eff}; \text{ kde } f_{ct,eff} = f_{ctm}$$

$$\text{Pro ohýbané prvky: } M_{kd} > M_{cr} = f_{ct,eff} \cdot \frac{I_i}{h - a_{gi}}$$

$$M_{cr} = 2,9 \cdot \frac{0,01851}{0,65 - 0,1864} = 0,1158 \text{ MNm} = 115,8 \text{ kNm}$$

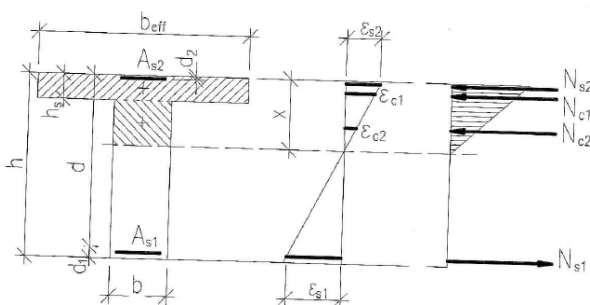
$$M_{kd} = 205,5 \text{ kNm (pro kvazistálou kombinaci zatížení)}$$

$$M_{kd} \not\leq M_{cr} \Rightarrow 205,5 \text{ kNm} \not\leq 115,8 \text{ kNm}$$

\Rightarrow předpokládá se, že ke vzniku trhlin dojde

Průřez s trhlinami:

Výška tlačené oblasti průřezu s trhlinou:



$$N_{s1} = A_{s1} \cdot \varepsilon_{s1} \cdot E_s = 1,5708 \cdot 10^{-3} \cdot \varepsilon_{s1} \cdot 200 \cdot 10^3 = 314,16\varepsilon_{s1}$$

$$N_{s2} = A_{s2} \cdot \varepsilon_{s2} \cdot E_s = 1,5708 \cdot 10^{-4} \cdot \varepsilon_{s2} \cdot 200 \cdot 10^3 = 31,416\varepsilon_{s2}$$

$$N_{c1} = b_{eff} \cdot h_1 \cdot \varepsilon_{c1} \cdot E_{cm} = 2,394 \cdot 0,18 \cdot \varepsilon_{c1} \cdot 32 \cdot 10^3 = 13789,44\varepsilon_{c1}$$

$$N_{c2} = b \cdot (x - h_1) \cdot \varepsilon_{c2} \cdot E_{cm} = 0,35 \cdot (x - 0,18) \cdot \varepsilon_{c2} \cdot 32 \cdot 10^3 = 11200x\varepsilon_{c2} - 2016\varepsilon_{c2}$$

⇒ podmínky rovnováhy:

$$N_{s2} + N_{c1} + N_{c2} - N_{s1} = 0$$

⇒ z podobnosti trojúhelníků:

$$\frac{\varepsilon_{s1}}{\varepsilon_{c2}} = \frac{d-x}{(x-h_1)/2} \Rightarrow \varepsilon_{s1} = \varepsilon_{c2} \cdot \frac{2(d-x)}{x-h_1} = \varepsilon_{c2} \cdot \frac{2(0,602-x)}{x-0,18} =$$

$$\frac{\varepsilon_{c1}}{\varepsilon_{c2}} = \frac{x-0,5h_1}{(x-h_1)/2} \Rightarrow \varepsilon_{c1} = \varepsilon_{c2} \cdot \frac{2(x-0,09)}{x-0,18}$$

$$\frac{\varepsilon_{s2}}{\varepsilon_{c2}} = \frac{x-d_2}{(x-h_1)/2} \Rightarrow \varepsilon_{s2} = \varepsilon_{c2} \cdot \frac{2(x-0,05)}{x-0,18}$$

$$\Rightarrow 31,416 \cdot \varepsilon_{s2} + 13789,44 \cdot \varepsilon_{c1} + 11200 \cdot x \cdot \varepsilon_{c2} - 2016 \cdot \varepsilon_{c2} - 314,16 \cdot \varepsilon_{s1} = 0$$

$$31,416 \cdot \varepsilon_{c2} \cdot \frac{2(x-0,05)}{x-0,18} + 13789,44 \cdot \varepsilon_{c2} \cdot \frac{2(x-0,09)}{x-0,18} + 11200 \cdot x \cdot \varepsilon_{c2} - 2016 \cdot \varepsilon_{c2} - 314,16 \cdot \varepsilon_{c2} \cdot \frac{2(0,602-x)}{x-0,18} = 0$$

$$31,416 \cdot (x - 0,05) + 13789,44 \cdot (x - 0,09) + 11200 \cdot x \cdot 0,5 \cdot (x - 0,18) - 2016 \cdot 0,5 \cdot (x - 0,18) - 314,16 \cdot (0,602 - x) = 0$$

$$x=0,0986701m$$

moment setrvačnosti tlačené části betonového průřezu:

$$I_{ir} = \frac{b \cdot x^3}{3} + \alpha_e \cdot [A_{s1} \cdot (d - x)^2 + A_{s2} \cdot (x - d_2)^2] = \frac{2,394 \cdot 0,09867^3}{3} + 6,25[1,5708 \cdot 10^{-3} \cdot (0,602 - 0,09867)^2 + 1,5708 \cdot 10^{-4} \cdot (0,09867 - 0,05)^2] = 0,003256m^4$$

Posouzení napětí v extrémně namáhaných vláknech:

$$M_{kd} = 205,5 \text{ kNm (charakteristická kombinace)}$$

$$\text{Beton: } \sigma_c = -\frac{M_{kd}}{I_{ir}} \cdot x = -\frac{205,5}{0,003256} \cdot 0,09867 = -6227,32 \text{ kPa}$$

$$\text{Výztuž: } \sigma_s = \alpha_e \cdot \frac{M_{kd}}{I_{ir}} \cdot (d - x) = 6,25 \cdot \frac{205,5}{0,003256} \cdot (0,602 - 0,09867) = 198540,5 \text{ kPa}$$

Podmínka omezení napětí:

$$\text{Beton: } |\sigma_c| \leq 0,45 f_{ck} = 0,45 \cdot 30 = 13,5 \text{ MPa}$$

$$6,2 \text{ MPa} \leq 13,5 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\text{ocel: } \sigma_s \leq 0,8 f_{yk} = 0,8 \cdot 500 = 400 \text{ MPa}$$

$$198,5 \text{ MPa} \leq 400 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.4.8.2. Mezní stav vzniku trhlin a šířky trhlin

Trhliny v posuzovaném průřezu vznikly. Je nutné posoudit jejich šířku.

Během návrh a posuzování výztuže stropní desky byl vždy dodržena minimální plocha výztuže proti rozvoji trhlin. $A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$

$$\sigma_s = 198,5 \text{ MPa}$$

Charakteristická šířka trhliny:

$$w_k = s_{r,max}(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{1}{E_s} \left[\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff}) \right] \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

Vzdálenost výztuže $s = 43,5 \text{ mm} \leq 5(c + \phi/2) = 5(30 + 20/2) = 200 \text{ mm}$ platí:

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_3 \frac{\phi}{\rho_{p,eff}}$$

Rozdíl hodnot přetvořené výztuže a betonu:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$$

Účinný stupeň vyztužení oblasti $A_{e,eff}$:

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{e,eff}} = \frac{1,5708 \cdot 10^{-3}}{0,042} = 0,0374$$

Plocha betonu obklopující taženou výztuž: $A_{e,eff} = b \cdot h_{e,eff} = 0,35 \cdot 0,12 = 0,042m^2$

$$h_{e,eff} = \min \left\{ 2,5(h - d); \frac{h-x}{3}; h/2 \right\} =$$

$$\min \left\{ 2,5(0,65 - 0,602); \frac{0,602-0,0987}{3}; 0,65/2 \right\} = \min\{0,12; 0,168; 0,325\} = 0,12$$

m

Součinitel vyjadřující vliv doby trvání zatížení:

$$k_t = 0,4 \dots \text{pro dlouhodobé zatížení}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{32} = 6,25$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{1}{200 \cdot 10^6} \left[198,5 \cdot 10^6 - 0,4 \cdot \frac{2,9 \cdot 10^6}{0,0374} (1 + 6,25 \cdot 0,0374) \right] = 0,801$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,801 \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,6 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\phi}{\rho_{p,eff}} = 3,4 \cdot 0,03 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{0,02}{0,0374} = 0,19291$$

$$k_1 = 0,8; k_2 = 0,5; k_3 = 3,4; k_4 = 0,425$$

$$w_k = 0,19291 \cdot 0,801 = \mathbf{0,154 \text{ mm}} < w_{max} = \mathbf{0,4 \text{ mm}} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

w_{max} pro prostředí XC1 a pro kvazistálou kombinaci zatížení

6.4.8.3. Mezní stav přetvoření

Kontrola průhybu stropní desky – vymežující ohybová štíhlost:

Od výpočtu přetvoření daného prvku lze upustit, je-li splněna podmínka ohybové štíhlosti:

$$\lambda = \frac{l}{d} \leq \lambda_d$$

λ ... ohybová štíhlost kontrolovaného prvku

l ... rozpětí prvku ... 7300mm

d ... účinná výška průřezu

λ_d ... vymežující ohybová štíhlost

$$\lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab}$$

κ_{c1} ... závisí na tvaru průřezu, T průřez $\kappa_{c1} = 1,0$

κ_{c2} ... závisí na rozpětí,

$$l = 7,3m > 7,0m \Rightarrow \kappa_{c2} = \frac{7}{l} = \frac{7}{7,3} = 0,959$$

κ_{c3} ... součinitel napětí tahové výztuže, $\kappa_{c3} \sim \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}}$

$A_{s,prov}$... navržená plocha výztuže v extrémně namáhaném průřezu ...

$$0,0015708 \text{ m}^2$$

$A_{s,req}$... plocha výztuže potřebná k přenesení extrémního momentu ... 0,00130

$$\text{m}^2$$

\Rightarrow pro maximální vyztužení prvku ve středu rozpětí: $\frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = \frac{0,0015708}{0,0013} = 1,208,$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \Rightarrow \kappa_{c3} \sim \frac{500}{500} \cdot 1,208 = 1,208$$

$\lambda_{d,tab}$... tabulková hodnota vymežující ohybové štíhlosti

$$\rho_0 \text{ ... referenční stupeň vyztužení ... } \rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 10^{-3} \sqrt{30} = 0,00548 = 0,548 \%$$

ρ ... požadovaný stupeň vyztužení ve středu rozpětí na ohybový moment ...

$$\rho = \frac{0,0015708}{b \cdot d} = \frac{0,0015708}{0,35 \cdot 0,65} = 0,0069 = 0,69 \%$$

$$\rho' \dots \text{požadovaný stupeň vyztužení tlakovou výztuží ve středu rozpětí } \rho' = \frac{0,00015708}{0,35 \cdot 0,65} = 0,07$$

$$\rho > \rho_0 \Rightarrow \lambda_{d,tab} = K \left[11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12}\sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho'}{\rho_0} \right]$$

$$0,69 > 0,548 \rho_0 \Rightarrow \lambda_{d,tab} = 1,3 \left[11 + 1,5\sqrt{30} \cdot \frac{0,548}{0,69 - 0,07} + \frac{1}{12}\sqrt{30} \cdot \frac{0,07}{0,69} \right] = 23,79$$

Krajní pole spojitého nosníku ... $K = 1,3$

$$\lambda_d = 1,0 \cdot 0,959 \cdot 1,208 \cdot 23,79 = 27,56$$

$$\lambda = \frac{l}{d} = \frac{7300}{620} = 11,77$$

$$\lambda \leq \lambda_d$$

$$11,77 \leq 27,56 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

\Rightarrow Podmínka vymežující ohybové štíhlosti je splněna. Předpokládá se tedy, že jsou splněny kritéria obecné použitelnosti a průhybu po zabudování prvku. Není tedy nutné určovat průhyb stropní desky výpočet. Lze předpokládat, že průhyb nepřekročí hodnotu $l/500$ a nebude tudíž docházet k příliš velkým deformacím a tím např. k poškození příček, podhledů ...

6.5. NÁVRH A POSOUZENÍ VNITŘNÍHO SLOUPU

6.4.1. Návrh a posouzení ve směru rámu

Vnitřní síly:

g) Spodní část sloupu: $N_{Ed,0} = -2181,97 \text{ kN}$, $M_{Ed,0} = 80,08 \text{ kNm}$

h) Horní část sloupu: $N_{Ed,1} = -2155,60 \text{ kN}$, $M_{Ed,1} = -95,77 \text{ kNm}$

Ohybový moment a posouvající síla



Obr. 73.

Návrh krytí pro podélnou výztuž:

Jmenovitá (nominální) hodnota betonové krycí vrstvy:

$$c \geq c_{nom}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm} \}$$

ϕ ... předpokládaný průměr výztužného prutu ... $\phi = 25 \text{ mm} \Rightarrow c_{min,b} = 25 \text{ mm}$

$c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$, pro vliv prostředí XC1 a třídu konstrukce S4

$$c_{min} = \max \{ 25; 15 + 0 - 0 - 0; 10 \text{ mm} \} = 25 \text{ mm}$$

$$c_{nom,l} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25 + 10 = 35 \text{ mm}$$

ϕ ... předpokládaný průměr třmínků ... $\phi_{tř} = 8 \text{ mm} \Rightarrow c_{min,b} = 8 \text{ mm}$

\Rightarrow Navržena toušťka krycí vrstvy ... $c = 35 \text{ mm}$

Materiálové charakteristiky:

Železobetonová nosná konstrukce je navržena z betonu C30/37.

Beton C 30/37

Charakteristická pevnost betonu v tlaku:

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost betonu v tlaku:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

Ocel výztuže železobetonových konstrukcí je B500B-

Výztuž B500 B:

Charakteristická pevnost výztuže v tahu (mez kluzu):

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost výztuže v tahu:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,5} = 333,3 \text{ MPa}$$

Konstrukční třída: S4

Stupeň vlivu prostředí: XC1

Návrhové parametry sloupu:

$$h = 350 \text{ mm}$$

$$b = 350 \text{ mm}$$

L (konstrukční výška - od základové patky ke stropu 1. NP) = 6,375 m

Parametry průřezu:

Parametry průřezu sloupu:

$$B=h=350 \text{ mm}$$

$$c = 35 \text{ mm}$$

$$d = h - c - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2} = 350 - 35 - 8 - \frac{25}{2} = 294,5 \text{ mm}$$

$$d_1 = d_2 = c + \phi_{tř} + \frac{\phi}{2} = 35 + 8 + \frac{25}{2} = 55,5 \text{ mm}$$

$$A_{s1,req} = A_{s2,req} = \frac{A_{s,req}}{2} = 1472,6 \text{ mm}^2$$

$$z_{s1} = z_{s2} = \frac{h-d_1-d_2}{2} = \frac{350-55,5-55,5}{2} = 119,5 \text{ mm}$$

Štíhlost sloupu:

Účinky druhého řádu mohou být zanedbány pokud: $\lambda \leq \lambda_{lim} \leq 75$

Možnosti:

$$\lambda < \lambda_{lim}$$

Sloup je masivní \Rightarrow účinky zatížení zůstávají konstantní \Rightarrow přidává se pouze excentricita náhodná ... $e_i \Rightarrow$ zvětší se ohybový moment prvního řádu

$$\lambda \geq \lambda_{lim}$$

Sloup je štíhlý \Rightarrow nutno počítat se sníženou únosností sloupu nebo účinky zatížení zvětšit o vliv imperfekt e_i i o vliv průhybu prutu $e_2 \Rightarrow$ zvětší se ohybový moment prvního řádu

$$\lambda \gg \lambda_{lim}$$

Sloup je velmi štíhlý \Rightarrow Vliv deformace je obrovský
Použití speciálních výpočetních metod

Limitní štíhlosti:

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}}$$

A ... vliv dotvarování betonu: $A = \frac{1}{1+0,2 \cdot \varphi_{ef}}$ (neznámé $\varphi_{ef} \Rightarrow A=0,7$)

B ... vliv mechanického stupně vyztužení: $B = \sqrt{1 + 2\omega}$ (neznámé $\omega \Rightarrow B=1,1$)

C ... vliv zatížení: $C = 1,7 - r_m$ (neznámé $r_m \Rightarrow C=0,7$)

φ_{ef} ... účinný součinitel dotvarování

ω ... mechanický stupeň vyztužení ... $\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}}$

A_s ... celková plocha podélné výztuže

n ... poměrná normálová síla ... $n = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}}$

$$r_m = \frac{M_{01}}{M_{02}}$$

M_{01}, M_{02} ... koncové ohybové momenty prvního řádu $|M_{02}| \geq |M_{01}|$

Jestliže momenty M_{01} a M_{02} vyvozují tah na stejné straně, má se poměr r_m uvažovat kladný (tj. $C \leq 1,7$), jinak záporný (tj. $C > 1,7$).

pro vnitřní sloup $M_{01} = 80,08 \text{ kNm}$; $M_{02} = -95,77 \text{ kNm}$

$$r_m = \frac{M_{01}}{M_{02}} = -0,836$$

$$C = 1,7 - r_m = 1,7 - (-0,836) = 2,536$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{2181,97 \cdot 10^3}{350 \cdot 350 \cdot 20} = 0,8906$$

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,536}{\sqrt{0,8906}} = 41,38$$

Štíhlostní poměr:

$$\lambda = \frac{l_0}{i}$$

l_0 ... účinná (vzpěrná) délka sloupu (přesný výpočet dle ČSN EN 1992-1-1)

odhad $l_0 = (0,5 \div 1) \cdot l = 0,8l$

l ... světlá délka sloupu (od horní úrovně patky pod spodní úroveň příčle) ... $l = 6050 \text{ mm}$

i ... poloměr setrvačnosti betonového průřezu ... $i = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3}{b \cdot h}} = \frac{h}{\sqrt{12}}$

h ... výška průřezu v posuzovaném směru

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{0,8 \cdot l}{\frac{h}{\sqrt{12}}} = \frac{0,8 \cdot 6050}{\frac{350}{\sqrt{12}}} = 47,90$$

Porovnání:

Podmínka: $\lambda \leq \lambda_{lim} \leq 75$

$47,90 \not\leq 41,38 \leq 75 \Rightarrow$ sloup já předběžně klasifikován jako štíhlý \Rightarrow nutno uvažovat účinek II. Řádu – nelineární analýza

- i) Je nutné vyčíslit účinky II. Řádu. Jedna z možností je řešit pomocí statického výpočetního programu za užití nelineární analýzy. Nebo ručním výpočtem podle metody jmenovitých křivostí.

Určení dimenzačních veličin pro posouzení sloupu M_{Ed} a N_{Ed} :

N_{Ed} ... normálová síla od teorie 1. řádu

$$M_{Ed} = N_{Ed} \cdot (e_1 + e_i + e_2)$$

e_1 ... excentricita od zatížení (teorie prvního řádu)

e_i ... excentricita náhodná – geometrické imperfekce (dáno nepřesností provádění)

e_2 ... excentricita vyvolaná průhybem prutu – vliv štíhlosti (teorie druhého řádu)

1) excentricita od zatížení

$$e_1 = \frac{M_f}{N_f}$$

$M_f; N_f$... vnitřní síly od zatížení

j) Spodní část sloupu:

$$N_{0Ed,0} = -2181,97 \text{ kN}, M_{0Ed,0} = 80,08 \text{ kNm}$$

$$\Rightarrow e_1 = \frac{80,08}{2181,97} = 0,0367 \text{ m} = 36,70 \text{ mm}$$

k) Horní část sloupu:

$$N_{0Ed,1} = -2155,60 \text{ kN}, M_{0Ed,1} = -95,77 \text{ kNm}$$

$$\Rightarrow e_1 = \frac{95,77}{2155,60} = 0,0444 \text{ m} = 44,43 \text{ mm}$$

2) Excentricita náhodná - geometrické imperfekce:

Přídavné namáhání, které je nutné připočítat k účinkům zatížení, je způsobeno odchylkami v geometrii konstrukce způsobené nepřesnostmi během provádění – jsou zohledňovány tzv. geometrickými imperfekcemi. Pro zjednodušený výpočet lze uvažovat hodnotu $e_i = \frac{l_0}{400}$.

$$e_i = \theta_i \cdot \frac{l_0}{2}$$

l_0 ... účinná délka (přesný výpočet dle ČSN EN 1992-1-1, v případě pružně vetknutého sloupu $\frac{l}{2} < l_0 < l \Rightarrow$ pro zjednodušení bude uvažováno s hodnotou $l_0 = 0,8 \cdot l$)

θ_i ... úhel rovný vychýlení od svislice

$$\theta_i = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$$

θ_0 ... základní hodnoty (hodnoty v národní příloze, doporučená hodnota dle ČSN EN 1992-1-1 je $\theta_0 = \frac{1}{200}$)

α_h ... redukční součinitel pro výšku prvku h ... $\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}}$; $\frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1$

α_m ... redukční součinitel pro počet prvku m ... $\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)}$

$$l = 6050 \text{ mm}$$

$$h = 6375 \text{ mm}$$

Počet sloupů v řadě ... $m = 3$

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} = \frac{2}{\sqrt{6,375}} = 0,792; \frac{2}{3} \leq 0,729 \leq 1$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{3}\right)} = 0,816$$

$$l_0 = 0,8 \cdot l = 0,8 \cdot 6,05 = 4,84 \text{ m}$$

$$\theta_i = \frac{1}{200} \cdot 0,729 \cdot 0,816 = 2,974 \cdot 10^3$$

$$\Rightarrow e_i = 2,974 \cdot 10^3 \cdot \frac{4,84}{2} = 0,007198 \text{ m} = 7,20 \text{ mm}$$

3) Excentricita od účinků druhého řádu

Ruční výpočet dle metody jmenovitých křivostí

$$e_2 = \frac{1}{r} \cdot \frac{l_0^2}{c}$$

c ... součinitel závislý na průběhu křivosti (hodnota závisí na způsobu vybočení – pro konstantní průřez a vybočení dle sinusoidy je $c = 10$)

$$\frac{1}{r} \dots \text{křivost} \dots \frac{1}{r} = K_r \cdot K_\varphi \cdot \left(\frac{1}{r_0}\right)$$

K_r ... opravný součinitel závislejší na normálové síle ... $K_r = \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}} =$

$$\frac{1,523 - 0,8906}{1,523 - 0,4} = 0,563 \leq 1$$

n ... poměrná normálová síla ... $n = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = 0,8906$

$$n_u = 1 + \omega = 1 + 0,523 = 1,523$$

ω ... mechanický stupeň vyztužení ... $\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{2945,2 \cdot 434,8}{350 \cdot 350 \cdot 20} = 0,523$

Předpokládaný stupeň vyztužení: $6 \text{ } \emptyset 25 \Rightarrow A_s = 2945,2 \text{ mm}^2$

n_{bal} lze uvažovat 0,4 (hodnota n při maximální momentové únosnosti)

K_φ ... součinitel zohledňující dotvarování ... $K_\varphi = 1 + \beta \cdot \varphi_{ef}$

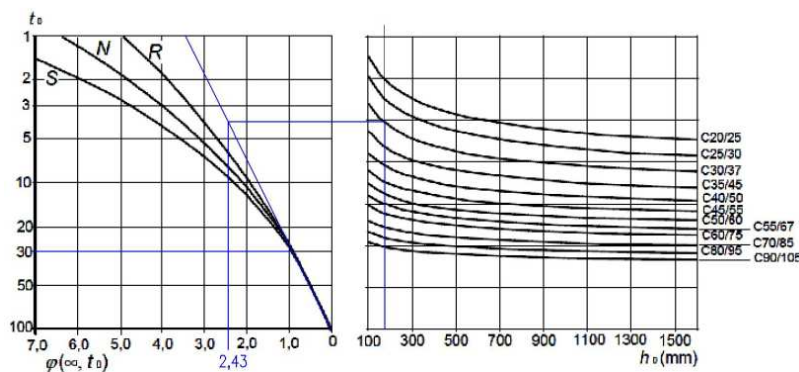
$$\beta = 0,35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda}{150} = 0,35 + \frac{30}{200} - \frac{47,90}{150} = 0,1807$$

φ_{ef} ... účinný součinitel dotvarování ... $\varphi_{ef} = \varphi_{(\infty, t_0)} \frac{M_{0Eqp}}{M_{0Ed}}$

$\varphi_{(\infty, t_0)}$... konečný součinitel dotvarování (vnitřní prostředí a normálně tuhnoucí beton N)

t_0 ... stáří betonu v okamžiku zatížení ... lze uvažovat 30 dní

h_0 ... náhradní rozměr průřezu ... $h_0 = \frac{2A_c}{u} = \frac{2 \cdot b \cdot h}{2b + 2h} = 175 \text{ mm}$



Obr. 74.

$$\varphi_{(\infty, t_0)} = 2,43$$

M_{0Eqp} ... ohybový moment prvního řádu od kvazistálé kombinace zatížení

$(\sum_{j \geq 1} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{ki})$ (MSP) \Rightarrow z výpočetního programu:

Spodní část sloupu: $M_{0Eqp} = 10,60 \text{ kNm}$

Horní část sloupu: $M_{0Eqp} = -19,09 \text{ kNm}$

M_{0Ed} ... ohybový moment prvního řádu od návrhové hodnoty zatížení (MSÚ)

Spodní část sloupu: $M_{0Ed,0} = 80,08 \text{ kNm}$

Horní část sloupu: $M_{0Ed,1} = -95,77 \text{ kNm}$

$\Rightarrow \varphi_{ef}$

Spodní část sloupu: $\varphi_{ef} = 2,43 \cdot \frac{10,60}{80,08} = 0,3217$

horní část sloupu: $\varphi_{ef} = 2,43 \cdot \frac{19,09}{95,77} = 0,4844$

$\Rightarrow K_\varphi$

Spodní část sloupu: $K_\varphi = 1 + \beta \cdot \varphi_{ef} = 1 + 0,1807 \cdot 0,3217 = 1,0581$

Horní část sloupu: $K_\varphi = 1 + \beta \cdot \varphi_{ef} = 1 + 0,1807 \cdot 0,4844 = 1,0875$

$\frac{1}{r_0}$... počáteční křivost sloupu ... $\frac{1}{r_0} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0,45d} = \frac{0,00217}{0,45 \cdot 0,2945} = 0,01637 \text{ m}$

$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 0,00217$

$$d = h - c - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2} = 350 - 35 - 8 - \frac{25}{2} = 294,5 \text{ mm}$$

$$\text{Spodní část sloupu: } \frac{1}{r} = K_r \cdot K_\varphi \cdot \left(\frac{1}{r_0}\right) = 0,563 \cdot 1,0581 \cdot 0,01637 = 0,00975$$

$$\text{horní část sloupu: } \frac{1}{r} = K_r \cdot K_\varphi \cdot \left(\frac{1}{r_0}\right) = 0,563 \cdot 1,0875 \cdot 0,01637 = 0,01002$$

$$\Rightarrow \text{spodní část sloupu: } e_2 = \frac{1}{r} \cdot \frac{l_0^2}{c} = 0,00975 \cdot \frac{4,84^2}{10} = 0,0228 \text{ m} =$$

22,84 mm

$$\Rightarrow \text{horní část sloupu: } e_2 = \frac{1}{r} \cdot \frac{l_0^2}{c} = 0,01002 \cdot \frac{4,84^2}{10} = 0,0235 \text{ m} = 23,47 \text{ mm}$$

Přídavný ohybové momenty od účinků druhého řádu:

$$\text{Spodní část sloupu: } M_{2,0} = |N_{Ed,0}| \cdot e_2 = 2181,97 \cdot 0,0228 = 49,84 \text{ kNm}$$

$$\text{Horní část sloupu: } M_{2,1} = |N_{Ed,1}| \cdot e_2 = 2155,6 \cdot 0,0235 = 50,66 \text{ kNm}$$

Ohybové momenty dle teorie I. Řádu RFEM:

$$\text{Spodní část sloupu: } M_{0Ed,0} = 80,08 \text{ kNm}$$

$$\text{Horní část sloupu: } M_{0Ed,1} = -95,77 \text{ kNm}$$

Výsledné ohybové momenty:

$$\text{Spodní část sloupu: } M_{Ed,0} = M_{0Ed,0} + M_{2,0} = 80,08 + 49,84 = 129,92 \text{ kNm}$$

$$\text{Horní část sloupu: } M_{Ed,1} = M_{0Ed,1} + M_{2,1} = 95,77 + 50,66 = 146,43 \text{ kNm}$$

Softwarový výpočet:

Pro kontrolu ručního výpočtu byl proveden i softwarový výpočet v RFEMU, kde byl zapnutu nelineární výpočet podle teorie II. řádu. Hodnoty ohybových momentu byly srovnatelné.

Výsledné návrhové vnitřní síly:**Normálová síla:**

Spodní část sloupu:

$$N_{Ed,0} = -2181,97 \text{ kN}$$

Horní část sloupu:

$$N_{Ed,1} = -2155,6 \text{ kN}$$

Ohybové momenty:

Spodní část sloupu:

$$M_{Ed,0} = |N_{Ed,0}| \cdot (e_1 + e_i + e_2) = 2181,97 \cdot (0,0367 + 0,0072 + 0,0228) = 145,54 \text{ kNm}$$

Horní část sloupu:

$$M_{Ed,1} = |N_{Ed,1}| \cdot (e_1 + e_i + e_2) = 2155,6 \cdot (0,0444 + 0,0072 + 0,0235) = 161,89 \text{ kNm}$$

Požadovaná plocha výztuže:l) Předpoklad dostředného tlaku: maximální $N_{Ed} = 2181,97 \text{ kN}$

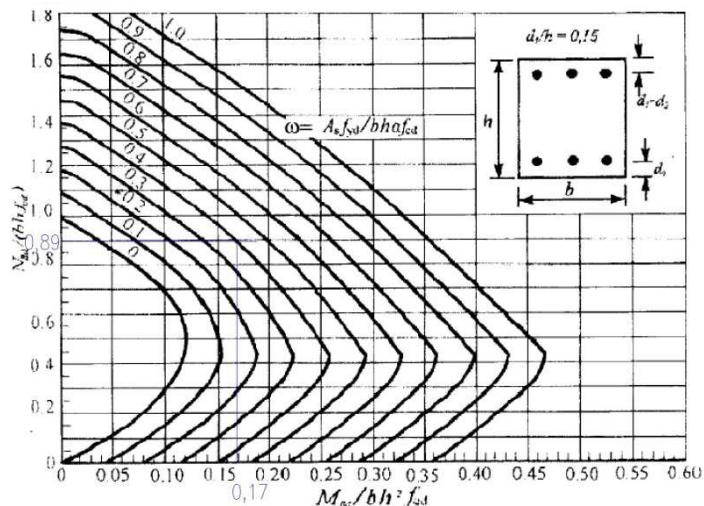
$$A_{s,req} = \frac{N_{Ed,max} - 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd}}{\sigma_s} = \frac{2181,97 \cdot 10^3 - 0,8 \cdot 0,35 \cdot 0,35 \cdot 20 \cdot 10^6}{400 \cdot 10^6} = 0,000555 \text{ m}^2 = 554,9 \text{ mm}^2$$

m) Z nomogramu - stanovíme hodnotu součinitele ω

$$\text{Poměrný ohybový moment: } \mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{145,54 \cdot 10^3}{0,35 \cdot 0,35^2 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,170$$

$$\text{Poměrná normálová síla: } \nu = \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{2181,97 \cdot 10^3}{0,35 \cdot 0,35 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,8906$$

$$d' = 55,5 \text{ mm}, h = 350 \text{ mm} \Rightarrow d'/h \cong 0,15$$



Obr. 75.

$$\Rightarrow \omega = 0,40$$

$$A_{s,req} = \frac{\omega \cdot A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,40 \cdot 0,35 \cdot 0,35 \cdot 20 \cdot 10^6}{434,8 \cdot 10^6} = 0,0022540 \text{ m}^2 = 2254,0 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1,req} = A_{s2,req} = \frac{A_{s,req}}{2} = 1127 \text{ mm}^2$$

Konstrukční zásady:

Minimální plocha výztuže:

$$4\phi 12 \Rightarrow A_{s,min} = 452,4 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = \frac{0,1 \cdot N_{Ed,max}}{f_{yd}} = \frac{0,1 \cdot 2181,9 \cdot 10^3}{434,8 \cdot 10^6} = 501,82 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 350 \cdot 350 = 245,0 \text{ mm}^2$$

Maximální plocha výztuže:

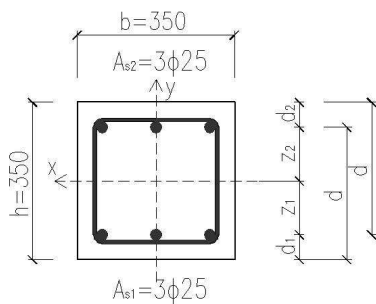
$$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 350 \cdot 350 = 4900 \text{ mm}^2$$

Návrh ohybové výztuže: $6 \times \phi 25 A_s = 2945,2 \text{ mm}^2$

Minimální světlá vzdálenost výztuže:

$$s_{min} \geq (1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; , 20 \text{ mm}) = (30 \text{ mm}; 25 \text{ mm}; , 20 \text{ mm})$$

$$s_s = \frac{350 - 2 \cdot 35 - 2 \cdot 8 - 4 \cdot 25}{3} = 54,67 \text{ mm} \geq s_{min} = 30 \text{ mm}$$

Průřezové charakteristiky ve směru rámu:

Obr. 76.

výška průřezu: $b = 350 \text{ mm}$

šířka průřezu: $h = 350 \text{ mm}$

plocha průřezu: $A_c = 0,1225 \text{ m}^2$

krytí výztuže: $c = 35 \text{ mm}$

smyková výztuže: $\phi_{tř} = 8 \text{ mm}$

podélná výztuž: $6 \phi 25 \text{ mm}$

$$A_{s1,req} = A_{s2,req} = \frac{A_{s1,req}}{2} = 1472,60 \text{ mm}^2$$

$$d = h - c - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2} = 350 - 35 - 8 - \frac{25}{2} = 294,5 \text{ mm}$$

$$d_1 = d_2 = c + \phi_{tř} + \frac{\phi}{2} = 35 + 8 + \frac{25}{2} = 55,5 \text{ mm}$$

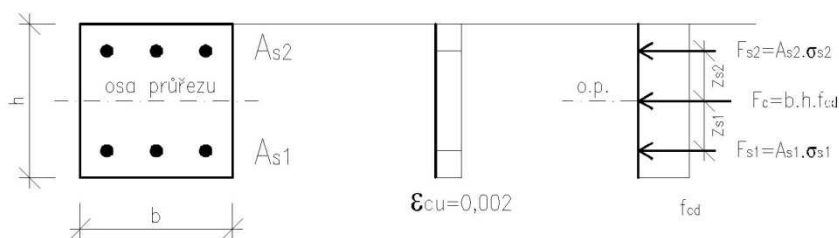
$$z_{s1} = z_{s2} = \frac{h - d_1 - d_2}{2} = \frac{350 - 55,5 - 55,5}{2} = 119,5 \text{ mm}$$

Posouzení vnitřního sloupu – interakční diagram:

Při posouzení stačí prokázat, že bod, určený silovými účinky normálové síly a ohybového momentu, leží uvnitř plochy vymezené interakčním diagramem.

Pro symetricky vyztužené průřezy je i diagram symetrický a stačí tedy vykreslit jen jednu stranu.

BOD 0 – dostředný tlak:



Obr. 77.

Limitující hodnota pro napětí ve oceli je přetvoření betonu ε_{cu} při f_{cd} :

$$\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{s2} = \varepsilon_{cu} = 0,002$$

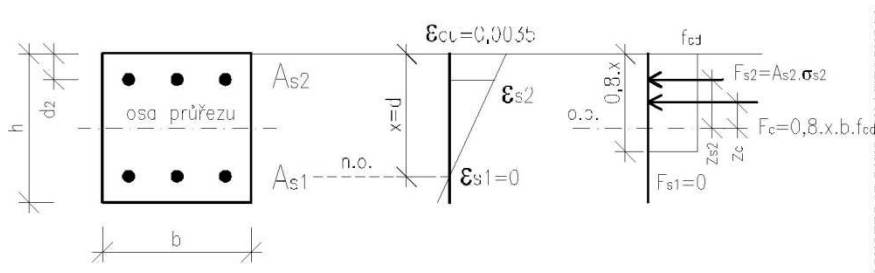
$$\text{Napětí v oceli: } \sigma_{s1} = \sigma_{s2} = E_s \cdot \varepsilon_{s2} = 200 \cdot 10^3 \cdot 0,002 = 400 \text{ MPa}$$

Síla a moment únosnosti:

$$N_{Rd,0} = F_c + F_{s1} + F_{s2} = b \cdot h \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot \sigma_{s1} + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} = 350 \cdot 350 \cdot 20 + 2945,2 \cdot 400 = 3628,10 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,0} = A_{s2} \cdot \sigma_{s2} \cdot z_{s2} - A_{s1} \cdot \sigma_{s1} \cdot z_{s1} = 1472,6 \cdot 400 \cdot 119,5 - 1472,6 \cdot 400 \cdot 119,5 = 0 \text{ kNm}$$

BOD 1 – dostředný tlak: $x=d=294,5$



Obr. 78.

Přetvoření (krajní vlákna): $\varepsilon_{cu} = 0,0035$

Přetvoření oceli: $\varepsilon_{s1} = 0 \Rightarrow \sigma_{s1} = 0$

n) Napětí v tlačené oceli dáno přetvořením průřezu: $\frac{\varepsilon_{cu}}{x} = \frac{\varepsilon_{s2}}{x-d_2}$

$$o) \quad \varepsilon_{s2} = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} \cdot (x - d_2) = \frac{0,0035}{294,5} \cdot (294,5 - 55,5) = 0,00284 > \varepsilon_{yd} =$$

$$\frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,8 \cdot 10^3}{200 \cdot 10^6} = 0,00217$$

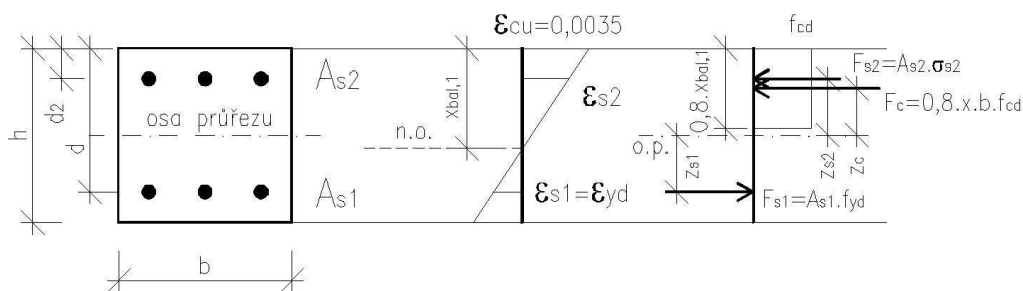
$$p) \quad \sigma_{s2} = f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

Síla a moment únosnosti:

$$N_{Rd,1} = F_c + F_{s2} = 0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} = 0,8 \cdot 294,5 \cdot 350 \cdot 20 + 1472,6 \cdot 434,8 = 2289,5 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,1} = F_c \cdot z_c + F_{s2} \cdot z_s = 0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \left(\frac{h}{2} - 0,4 \cdot x\right) + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} \cdot z_s = 0,8 \cdot 294,5 \cdot 350 \cdot 20 \cdot \left(\frac{350}{2} - 0,4 \cdot 294,5\right) + 1472,6 \cdot 434,8 \cdot \left(\frac{350}{2} - 55,5\right) = 170,8 \text{ kNm}$$

BOD 2 (bal,1) – maximální ohybový moment – tažená výztuž na mezi kluzu:



Obr. 79.

$$M_{Rd,max}; x = x_{bal,1}$$

Přetvoření betonu (krajní vlákna): $\varepsilon_{cu} = 0,0035$

Přetvoření tažené oceli: $\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{yd} = 0,00217 \Rightarrow \sigma_{s1} = f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$

$$\text{Výška tlačené oblasti: } \frac{\varepsilon_{cu}}{x_{bal,1}} = \frac{\varepsilon_{s1}}{d-x_{bal,1}} = \frac{\varepsilon_{yd}}{d-x_{bal,1}}$$

$$x_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu} \cdot d}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = \frac{0,0035 \cdot 294,5}{0,0035 + 0,00217} = 181,79 \text{ mm}$$

Přetvoření tlačené oceli:

$$\text{q) } \varepsilon_{s2} = \frac{\varepsilon_{cu}}{x_{bal,1}} \cdot (x_{bal,1} - d_2) = \frac{0,0035}{181,79} \cdot (181,79 - 55,5) = 0,002431 > \varepsilon_{yd} = 0,00217$$

$$\text{r) } \sigma_{s2} = E_s \cdot \varepsilon_{yd}$$

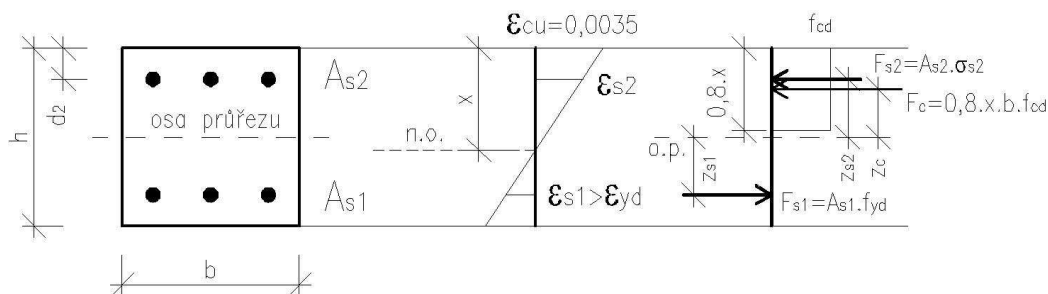
$$\text{s) } \sigma_{s2} = f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

Síla a moment únosnosti:

$$N_{Rd,2} = F_c - F_{s1} + F_{s2} = 0,8 \cdot x_{bal,1} \cdot b \cdot f_{cd} - A_{s1} \cdot f_{yd} + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} = 0,8 \cdot 181,79 \cdot 350 \cdot 20 - 1472,6 \cdot 434,8 + 1472,6 \cdot 434,8 = 1017,3 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,2} = F_c \cdot z_c + F_{s1} \cdot z_s + F_{s2} \cdot z_s = 0,8 \cdot x_{bal,1} \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \left(\frac{h}{2} - 0,4 \cdot x_{bal,1}\right) + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_s + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} \cdot z_s = 0,8 \cdot 181,79 \cdot 350 \cdot 20 \cdot \left(\frac{350}{2} - 0,4 \cdot 181,79\right) + 1472,6 \cdot 434,8 \cdot 119,5 + 1472,6 \cdot 434,8 \cdot 119,5 = 257,1 \text{ kNm}$$

BOD 3 – prostý ohyb:



Obr. 80.

$$N_{Rd,3} = 0$$

Přetvoření betonu (krajní vlákna): $\varepsilon_{cu} = 0,0035$

Přetvoření tažené oceli: $\varepsilon_{s1} > \varepsilon_{yd} = 0,00217 \Rightarrow \sigma_{s1} = f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$

$$\sigma_{s2} = E_s \cdot \varepsilon_{s2}$$

Výška tlačené oblasti a přetvoření tažené oceli: soustava 2 rovnic

$$F_c - F_{s1} + F_{s2} = 0 \Rightarrow 0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} - A_{s1} \cdot f_{yd} + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} = 0$$

$$\frac{\varepsilon_{cu}}{x} = \frac{\varepsilon_{s2}}{x-d_2} \Rightarrow x \cdot (\varepsilon_{cu} - \varepsilon_{s2}) = \varepsilon_{cu} \cdot d_2$$

\Rightarrow

$$0,8 \cdot x \cdot 350 \cdot 20 - 1472,6 \cdot 434,8 + 1472,6 \cdot 200 \cdot 10^3 \cdot \varepsilon_{s2} = 0$$

$$x \cdot (0,0035 - \varepsilon_{s2}) = 0,0035 \cdot 55,5$$

\Rightarrow

$$\varepsilon_{s2} = 0,0008122$$

$$x = 71,62 \text{ mm}$$

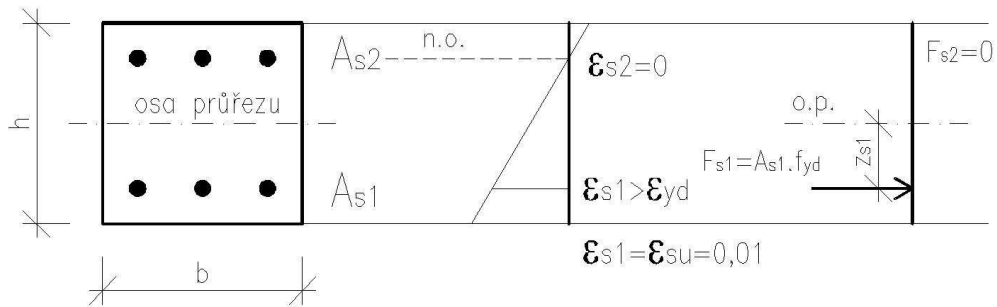
$$\sigma_{s2} = 200 \cdot 10^9 \cdot 0,0008122 = 162,44 \text{ MPa}$$

Síla a moment únosnosti:

$$N_{Rd,3} = F_c - F_{s1} + F_{s2} = 0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} - A_{s1} \cdot f_{yd} + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} = 0,8 \cdot 71,62 \cdot 350 \cdot 20 - 1472,6 \cdot 434,8 + 1472,6 \cdot 162,44 = 0,01 \text{ kN} \approx 0 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,3} = F_c \cdot z_c + F_{s1} \cdot z_s + F_{s2} \cdot z_s = 0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \left(\frac{h}{2} - 0,4 \cdot x\right) + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_{s1} + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} \cdot z_{s2} = 0,8 \cdot 71,62 \cdot 350 \cdot 20 \cdot \left(\frac{350}{2} - 0,4 \cdot 71,62\right) + 1472,6 \cdot 434,8 \cdot 119,5 + 1472,6 \cdot 162,44 \cdot 119,5 = 163,80 \text{ kNm}$$

BOD 4 – neutrální osa v těžišti výztuže A_{s2} :



Obr. 81.

$$F_{s2} = 0 ; x = d_2$$

Přetvoření tažené oceli: $\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{su} = 0,01 > \varepsilon_{yd} = 0,00217 \Rightarrow \sigma_{s1} = f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$

$$\varepsilon_{s2} = 0 \Rightarrow \sigma_{s2} = 0$$

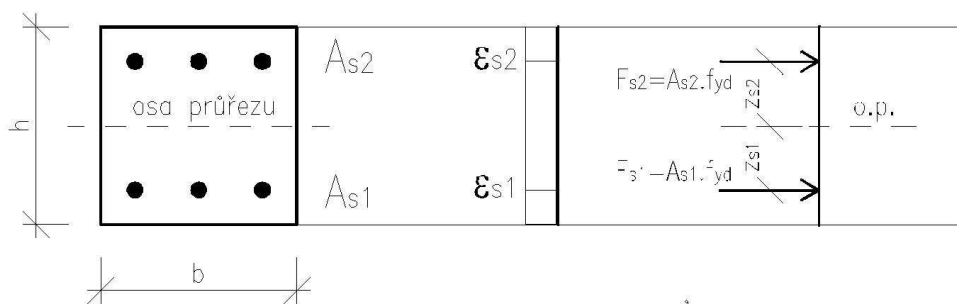
Působení krajní vrstvy betonu zanedbáváme

Síla a moment únosnosti:

$$N_{Rd,4} = F_{s1} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 1472,3 \cdot 434,8 = 640,30 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,4} = F_{s1} \cdot z_s = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_{s1} = 1472,3 \cdot 434,8 \cdot 119,5 = 76,52 \text{ kNm}$$

BOD 5 – dostředný tlak:



Obr.82.

$$M_{Rd,5} = 0$$

Přetvoření tažené oceli: $\varepsilon_{s1} > \varepsilon_{yd} = 0,00217 \Rightarrow \sigma_{s1} = f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$

$\varepsilon_{s2} > \varepsilon_{yd} = 0,00217 \Rightarrow \sigma_{s2} = f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$

Beton v tahu nepůsobí

Síla a moment únosnosti:

$$N_{Rd,5} = F_{s1} + F_{s2} = A_{s1} \cdot f_{yd} + A_{s2} \cdot f_{yd} = 1472,6 \cdot 434,8 + 1472,6 \cdot 434,8 = 1707,5 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,5} = F_{s1} \cdot z_{s1} - F_{s2} \cdot z_{s2} = A_{s1} \cdot \sigma_{s1} \cdot z_{s1} - A_{s2} \cdot \sigma_{s2} \cdot z_{s2} = 1472,6 \cdot 434,8 \cdot 119,5 - 1472,6 \cdot 434,8 \cdot 119,5 = 0 \text{ kNm}$$

Omezení interakčního diagramu dle EN:

$$\text{Výstřednost: } e_0 = \frac{h}{30} = \frac{350}{30} = 11,67 \text{ mm}$$

$$e_0 \geq 20 \text{ mm} \Rightarrow e_0 = 20 \text{ mm}$$

Výstředný moment:

$$M_0 = N_{Rd,0} \cdot e_0 = 3628,10 \cdot 0,02 = 72,562 \text{ kNm} \Rightarrow \text{odečteno z diagramu} \\ \Rightarrow N_{EN} = 3136,4 \text{ kN}$$

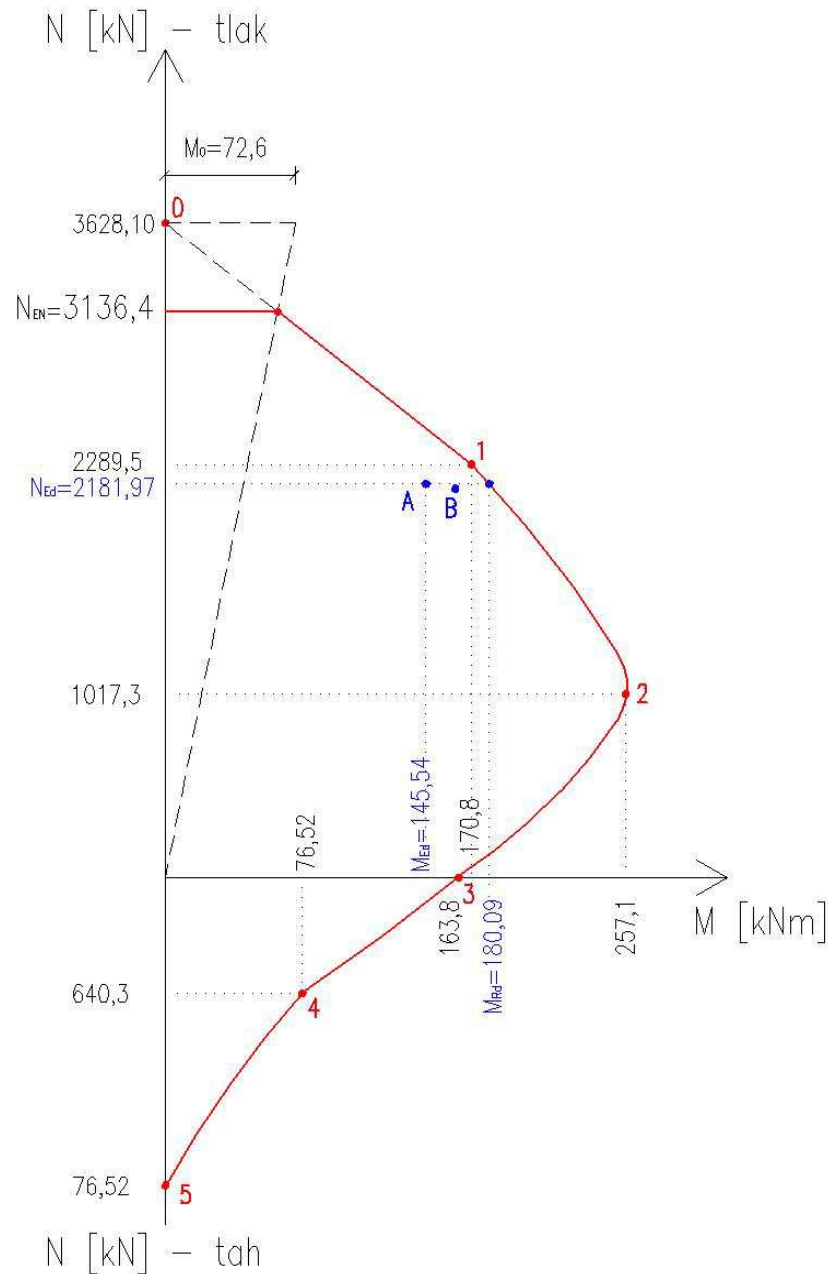
Při zatížení $N_{Ed,0} = -2181,97 \text{ kN}$

Přeneše sloup ohybový moment: $M_{Rd} = 180,09 \text{ kNm} \geq M_{Ed,0} = 145,54 \text{ kNm}$

Při zatížení $N_{Ed,1} = -2155,6 \text{ kN}$

Přeneše sloup ohybový moment: $M_{Rd} = 183,30 \text{ kNm} \geq M_{Ed,1} = 161,89 \text{ kNm}$

$A = [N; M] = [2181,97; 145,54]$; $B = [N; M] = [2155,6; 161,89]$



Obr. 83.

Posuzované body A, B leží uvnitř plochy diagramu a sloup tedy ve směru rámu vyhovuje.

Kontrola konstrukčních zásad pro příčnou výztuž (třmínky):

Max. podélná vzdálenost třmínků:

$$s_s \leq \min(15\phi_{1,min}; \min(b, h); 300 \text{ mm}) = \min(375; 350; 300) = 300 \text{ mm}$$

Je-li $\phi_{1,max} > 14 \text{ mm}$ – v blízkosti styčniců zhuštění na $0,6 \cdot s_s = 180 \text{ mm}$

Min. 3 třmínků

Minimální průměr výztuže:

$$\phi \geq 6 \text{ mm} ; \phi \geq \frac{1}{4} \cdot \phi_{1,max} = 6,25 \Rightarrow \phi = 8 \text{ mm}$$

Konstrukční uspořádání výztuže:

Kotvení podélné výztuže a přesahová délka:

Mezní napětí v soudržnosti:

$$f_{bd} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctd} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,33 = 2,33 \text{ MPa}$$

η_1 ... součinitel závislý na kvalitě podmínek v soudržnosti a poloze prutu během betonáže ... $\eta_1 = 0,7$ pro špatné podmínky soudržnosti

η_2 ... součinitel závislý na průměru prutu ... $\eta_2 = 1,0$; pro $\phi \leq 32 \text{ mm}$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{2,0}{1,5} = 1,33 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$f_{ctk,0,05} = 2,0 \text{ pro C30/37}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

Výztuž ϕ 20 mm (horní i dolní výztuž)

t) Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi \cdot \sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{25 \cdot 434,8}{4 \cdot 2,33} = 1166,3 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

u) Návrhová kotevní délka

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

α_1 ... vliv tvaru prutu ... přímý prut 1,0

α_2 ... vliv minimální krycí vrstvy ... $\alpha_2 = 1 - 0,15(c_d - \phi)/\phi$; $0,7 \leq \alpha_2 \leq 1,0$

$$c_d = 25 \text{ mm} \Rightarrow \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(35-25)}{25} = 0,94; 0,7 \leq 0,94 \leq 1,0$$

α_3 ... vliv ovinutí příčnou výztuží ... $\alpha_3 = 1,0$

α_4 ... vliv jednoho nebo více přivařených prutů v l_{bd} ... $\alpha_4 = 1,0$

α_5 ... vliv tlaku kolmého na rovinu odštěpování betonu v l_{bd} ... $\alpha_5 = 1 - 0,04p$;
 $0,7 \leq \alpha_5 \leq 1,0$

$$l_{b,min} = \max\{0,3l_{b,rqd}; 10\phi; 100\text{mm}\} = \max\{0,3 \cdot 1166,3; 10 \cdot 25; 100\text{mm}\} = 350\text{mm}$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1166,3 = 1096 \text{ mm} \geq l_{b,min} = 350 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \mathbf{1100 \text{ mm}}$$

v) Návrhová délka přesahu

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$$

$$\alpha_6 = \sqrt{\frac{\rho_1}{25}} = \sqrt{\frac{100}{25}} = 2; 1,0 \leq \alpha_6 \leq 1,5 \Rightarrow \alpha_6 = 1,5$$

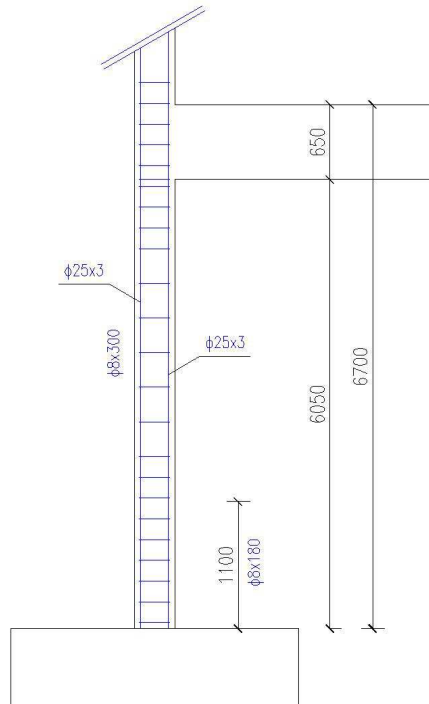
$$l_{0,min} = \max\{0,3\alpha_6 l_{b,rqd}; 15\phi; 200\text{mm}\} = \max\{0,3 \cdot 1,5 \cdot 1166,3; 15 \cdot 25; 200\text{mm}\} = 525$$

$$l_0 = 1 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1166 = 1644 \geq 525$$

$$l_0 = 1650 \text{ mm}$$

6.5.2. Schematické rozmístění výztuže

Schéma rozmístění výztuže sloupu



Obr. 84.

6.5.3. Kontrola mezních stavů použitelnosti

Hodnoty vnitřních sil z výpočtového programu RFEM dle rovnice:

Pro kombinace:

Charakteristické: $\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + Q_{k1} + \sum_{j > 1} \psi_{0i} Q_{ki}$

Kvazistálé: $\sum_{j \geq 1} G_{kj} + \sum_{j \geq 1} \psi_{2,i} Q_{ki}$

6.5.3.1. Mezní stav omezení napětí:

Tlaková napětí v betonu – omezením nadměrných hodnot tlakových napětí v betonu lze předejít vzniku podélných trhlin, rozvoji mikrotrhlin a vyšším hodnotám dotvarování, které by mohlo ovlivnit funkčnost konstrukce

Tahová napětí ve výztuži – omezením napjatosti výztuže se zamezuje vzniku nadměrného nepružného přetvoření výztuže a zamezit vzniku širokých, trvale otevřených trhlin v betonu

Výpočet: výpočet napjatosti na plně působícím průřezu

Napětí v tlačeném betonu při kvazistálou kombinaci zatížení nepřekročilo hodnotu $0,45 f_{ck}$

Napětí ve výztuži při kvazistálou kombinace zatížení nemá překročit $0,8 f_{yk}$

Vstupní údaje:

Beton C30/37: $E_{cm} = 32 \text{ GPa}$, $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$

Ocel B500B: $E_s = 200 \text{ GPa}$

$h = 350 \text{ mm}$; $b=350\text{mm}$, $d=602 \text{ mm}$, $d_2 = 55,5 \text{ mm}$, $d=294,5 \text{ mm}$

$A_{s1} = 1472,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 (3\phi 25\text{mm})$;

$A_{s2} = 1472,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 (3\phi 25\text{mm})$

A) Ideální průřez (plně působící v tahu i tlaku):

$$\text{zákl. charakteristika průřezu: } \alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{32} = 6,25$$

$$\text{plocha ideál. průřezu: } A_i = A_c + \alpha_e \cdot (A_{s1} + A_{s2}) = 0,35 \cdot 0,35 + 6,25 \cdot (1472,6 \cdot 10^{-6} + 1472,6 \cdot 10^{-6}) = 0,14091 \text{ m}^2$$

vzdálenost těžiště ideál. Průřezu od horního okraje:

$$a_{gi} = 0,175 \text{ m}$$

Moment setrvačnosti ideál. průřezu k jeho těžištní ose:

$$I_i = I_c + A_c \cdot (a_{gi} - a_c)^2 + \alpha_e \cdot [A_{s1} \cdot (d - a_{gi})^2 + A_{s2} \cdot (a_{gi} - d_2)^2] = \frac{0,35 \cdot 0,35^3}{12} + 6,25 \cdot [1472,6 \cdot 10^{-6} \cdot (0,2945 - 0,175)^2 + 1472,6 \cdot 10^{-6} \cdot (0,175 - 0,0555)^2] = 5,168 \cdot 10^{-3} + 0,011625 + 1,6957 \cdot 10^{-3} + 1,8265 \cdot 10^{-5} = 0,001514 \text{ m}^4$$

Ke vzniku trhlin dochází za podmínky:

$$\sigma_c > f_{ct,eff}; \text{ kde } f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ MN} = 2900 \text{ kN}$$

Prvek namáhaný normálovou silou a ohybovým momentem:

$$M_{kd} = M_{kdi} - 24,03 \text{ kNm (pro kvazistálou kombinaci zatížení)}$$

$$N_{kd} = -1425,75 \text{ kNm}$$

Napětí v krajních vláknech průřezu:

w) Horní

$$\sigma_{c2} = \frac{N_{kd}}{A_i} - \frac{M_{kdi} \cdot a_{gi}}{I_i} = \frac{-1425,75}{0,1409} - \frac{24,03 \cdot 0,175}{0,001514} = -12896,45 \text{ kN} = -12,9 \text{ MN} \leq 2,9 \text{ MN}$$

x) Dolní

$$\sigma_{c1} = \frac{N_{kd}}{A_i} + \frac{M_{kdi} \cdot (h - a_{gi})}{I_i} = \frac{-1425,75}{0,1409} + \frac{24,03 \cdot (0,35 - 0,175)}{0,001514} = -7341,30 \text{ kN} = -7,3 \text{ MN} \leq 2,9 \text{ MN}$$

$$\sigma_{c2} \leq f_{ct,eff} \text{ a } \sigma_{c1} \leq f_{ct,eff}$$

⇒ **předpokládá se, že ke vzniku trhlin nedojde**

Podmínka omezení napětí:

$$\text{Beton: } |\sigma_c| \leq 0,45 f_{ck} = 0,45 \cdot 30 = 13,5 \text{ MPa}$$

$$12,9 \text{ MPa} \leq 13,5 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$7,3 \text{ MPa} \leq 13,5 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$\text{ocel: } \sigma_s \leq 0,8 f_{yk} = 0,8 \cdot 500 = 400 \text{ MPa}$$

$$- \text{MPa} \leq 400 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

6.5.3.2. Mezní stav vzniku trhlin a šířky trhlin

Trhliny v posuzovaném průřezu nevznikly. Není nutné posoudit jejich šířku.

6.5.4. Návrh a posouzení sloupu ve směru kolmém na rám:

V podélném směru veškeré účinky od větru přenáší ztužující železobetonové jádro,

Ohybové momenty a posouvací síly z toho důvodu lze považovat za nulové.

Hodnoty normálových sil budou uvažovány jako v předchozím směru.

Vnitřní síly:

$$y) \text{ Spodní část sloupu: } N_{Ed,0} = -2181,97 \text{ kN}, M_{Ed,0} = 0 \text{ kNm}$$

$$z) \text{ Horní část sloupu: } N_{Ed,1} = -2155,60 \text{ kN}, M_{Ed,1} = 0 \text{ kNm}$$

krytí pro podélnou výztuž:

průměr výztužného prutu ... $\phi = 25 \text{ mm}$

průměr třmínků ... $\phi_{tř} = 8 \text{ mm}$

⇒ Navržená toušťka krycí vrstvy ... $c = 35 \text{ mm}$

Materiálové charakteristiky:

Železobetonová nosná konstrukce je navržena z betonu C30/37.

Beton C 30/37

Charakteristická pevnost betonu v tlaku:

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost betonu v tlaku:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

Ocel výztuže železobetonových konstrukcí je B500B-

Výztuž B500 B:

Charakteristická pevnost výztuže v tahu (mez kluzu):

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost výztuže v tahu:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

Konstrukční třída: S4

Stupeň vlivu prostředí: XC1

Návrhové parametry sloupu:

$h = 350 \text{ mm}$

$b = 350 \text{ mm}$

L (konstrukční výška - od základové patky ke stropu 1. NP) = 6,375 m

Parametry průřezu:

Parametry průřezu sloupu:

$B=h = 350 \text{ mm}$

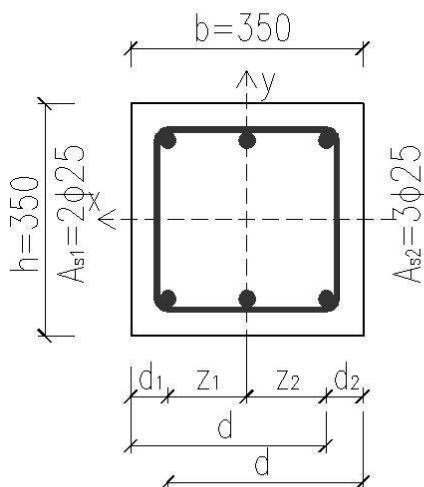
$c = 35 \text{ mm}$

$$d = h - c - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2} = 350 - 35 - 8 - \frac{25}{2} = 294,5 \text{ mm}$$

$$d_1 = d_2 = c + \phi_{tř} + \frac{\phi}{2} = 35 + 8 + \frac{25}{2} = 55,5 \text{ mm}$$

$$A_{s1,req} = A_{s2,req} = \frac{A_{s,req}}{3} = 981,75 \text{ mm}^2$$

$$z_{s1} = z_{s2} = \frac{h-d_1-d_2}{2} = \frac{350-55,5-55,5}{2} = 119,5 \text{ mm}$$



Obr. 85.

Štíhlost sloupu:

Účinky druhého řádu mohou být zanedbány pokud: $\lambda \leq \lambda_{lim} \leq 75$

Limitní štíhlosti:

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}}$$

A ... vliv dotvarování betonu: $A = \frac{1}{1+0,2 \cdot \varphi_{ef}} \quad (\varphi_{ef} = 0) \Rightarrow A=1$

B ... vliv mechanického stupně vyztužení: $B = \sqrt{1 + 2\omega} = \sqrt{1 + 2 \cdot 0,523} = 1,43$

C ... vliv zatížení: $C = 1,7 - r_m = 1,7 - 0 = 1,7$

pro vnitřní sloup $M_{01} = 0 \text{ kNm}; M_{02} = 0 \text{ kNm} \Rightarrow r_m = \frac{M_{01}}{M_{02}} = 0$

φ_{ef} ... účinný součinitel dotvarování

ω ... mechanický stupeň vyztužení ... $\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{2945,2 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8}{0,35^2 \cdot 20} = 0,523$

A_s ... celková plocha podélné výztuže

n ... poměrná normálová síla ... $n = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{2181,97 \cdot 10^3}{350 \cdot 350 \cdot 20} = 0,8906$

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 1 \cdot 1,43 \cdot 1,7}{\sqrt{0,8906}} = 51,53$$

Štíhlostní poměr:

$$\lambda = \frac{l_0}{i}$$

$l = 6050 \text{ mm} \Rightarrow l_0 = 0,8l = 4840 \text{ m}$

$$i = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3}{b \cdot h}} = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{350}{\sqrt{12}} = 101,03$$

h ... výška průřezu v posuzovaném směru

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{4840}{101,03} = 47,90$$

Porovnání:

Podmínka: $\lambda \leq \lambda_{lim} \leq 75$

$47,90 \leq 51,53 \leq 75 \Rightarrow$ sloup já klasifikován jako masivní \Rightarrow účinek II. Řádu lze zanedbat

Určení dimenzačních veličin pro posouzení sloupu M_{Ed} a N_{Ed} :

N_{Ed} ... normálová síla od teorie 1. řádu

$$M_{Ed} = N_{Ed} \cdot (e_1 + e_i + e_2)$$

e_1 ... excentricita od zatížení (teorie prvního řádu)

e_i ... excentricita náhodná – geometrické imperfekce (dáno nepřesností provádění)

e_2 ... excentricita vyvolaná průhybem prutu – vliv štíhlosti (teorie druhého řádu)

4) excentricita od zatížení

$$e_1 = \frac{M_f}{N_f}$$

$$N_{0Ed,0} = -2181,97 \text{ kN}, M_{0Ed,0} = 0 \text{ kNm}, N_{0Ed,1} = -2155,60 \text{ kN}, M_{0Ed,1} = 0 \text{ kNm}$$

$$\Rightarrow e_1 = 0 \text{ mm}$$

5) Excentricita náhodná - geometrické imperfekce:

$$e_i = \theta_i \cdot \frac{l_0}{2}$$

$$l = 6050 \text{ mm}$$

$$l_0 = 0,8 \cdot l = 4840 \text{ mm}$$

$$\theta_i = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$$

$$\theta_0 = \frac{1}{200}$$

$$h = 6375 \text{ mm}$$

Počet sloupů v řadě ... $m = 7$

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} = \frac{2}{\sqrt{6,375}} = 0,792; \frac{2}{3} \leq 0,729 \leq 1$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{7}\right)} = 0,756$$

$$\theta_i = \frac{1}{200} \cdot 0,729 \cdot 0,756 = 2,756 \cdot 10^{-3}$$

$$\Rightarrow e_i = 2,756 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{4,84}{2} = 0,00667 \text{ m} = 6,67 \text{ mm}$$

6) Excentricita od účinků druhého řádu

aa) není potřeba uvažovat

$$e_2 = 0$$

V dalších výpočtech bude uvažováno s hodnotami z ručního výpočtu.

Výsledné návrhové vnitřní síly:

Normálová síla:

Spodní část sloupu:

$$N_{Ed,0} = -2181,97 \text{ kN}$$

Horní část sloupu:

$$N_{Ed,1} = -2155,6 \text{ kN}$$

Ohybové momenty:

Spodní část sloupu:

$$M_{Ed,0} = |N_{Ed,0}| \cdot (e_1 + e_i + e_2) = 2181,97 \cdot (0 + 0,00667 + 0) = 14,55 \text{ kNm}$$

Horní část sloupu:

$$M_{Ed,1} = |N_{Ed,1}| \cdot (e_1 + e_i + e_2) = 2155,6 \cdot (0 + 0,00667 + 0) = 14,38 \text{ kNm}$$

Požadovaná plocha výztuže:

bb) Předpoklad dostředného tlaku: maximální $N_{Ed} = 2181,97 \text{ kN}$

$$A_{s,req} = \frac{N_{Ed,max} - 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd}}{\sigma_s} = \frac{2181,97 \cdot 10^3 - 0,8 \cdot 0,35 \cdot 0,35 \cdot 20 \cdot 10^6}{400 \cdot 10^6} = 0,000555 \text{ m}^2 = 554,9 \text{ mm}^2$$

Konstrukční zásady:

Minimální světlá vzdálenost výztuže:

$$s_{min} \geq (1,2 \cdot \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; , 20 \text{ mm}) = (30 \text{ mm}; 25 \text{ mm}; , 20 \text{ mm})$$

$$s_s = \frac{350 - 2 \cdot 35 - 2 \cdot 8 - 2 \cdot 25}{1} = 214 \text{ mm} \geq s_{min} = 30 \text{ mm}$$

Průřezové charakteristiky:

$$b = h = 350 \text{ mm}$$

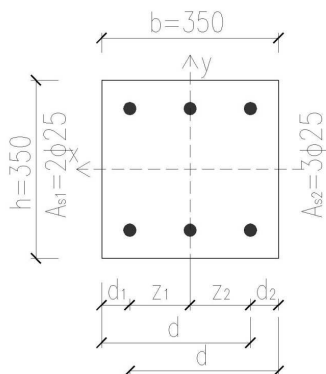
$$d = h - c - \phi_{tř} - \frac{\phi}{2} = 350 - 35 - 8 - \frac{25}{2} = 294,5 \text{ mm}$$

$$d_1 = d_2 = c + \phi_{tř} + \frac{\phi}{2} = 35 + 8 + \frac{25}{2} = 55,5 \text{ mm}$$

$$A_{s,req} = 2945,3 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1,req} = A_{s2,req} = \frac{A_{s,req}}{3} = 981,75 \text{ mm}^2$$

$$z_{s1} = z_{s2} = \frac{h - d_1 - d_2}{2} = \frac{350 - 55,5 - 55,5}{2} = 119,5 \text{ mm}$$



Obr. 85.

Posouzení: interakční diagram: vnitřní sloup

$$\xi_{lim,1} = \frac{700}{700+f_{yd}} = 0,617$$

$$N_{cu,lim} = 0,8 \cdot \xi_{lim,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} - A_{s1} \cdot f_{yd} = 0,8 \cdot 0,617 \cdot 0,35 \cdot 0,2945 \cdot 20 \cdot 10^3 + 981,75 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^3 - 981,75 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^3 = 1017,56 \text{ kN}$$

$|N_{Ed}| = 2181,97 \text{ kN} \geq N_{cu,lim} = 1017,56 \text{ kN} \Rightarrow$ **převládá tlak (malá výstřednost)**

$$F_c = b \cdot h \cdot f_{cd} = 0,35 \cdot 0,35 \cdot 20 \cdot 10^3 = 2450 \text{ kN}$$

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 2945,3 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^3 = 1280,6 \text{ kN}$$

$$N_{eu} = 0,8F_c + F_s = 0,8 \cdot 2450 + 1280,6 = 3240,62 \text{ kN}$$

$N_{eu} = 3240,62 \text{ kN} \geq |N_{Ed}| = 2181,97 \text{ kN} \Rightarrow$ **průřez vyhovuje**

$$N_{cu} = F_c + F_s = 3730,6$$

$$M_{cu} = (A_{s2} \cdot z_{s2} - A_{s1} \cdot z_{s1}) \cdot \sigma_s = 0 \text{ kNm}$$

$$e_{cu} = \frac{M_{cu}}{N_{cu}} = 0; e_{sd} = \frac{M_{sd}}{N_{sd}} = \frac{14,55}{2181,97} = 0,0067$$

$e_{sd} \geq e_{cu} \Rightarrow$ **posouzení sloupu lze provést náhradou interakčního diagramu přímkami mezi body 0-2**

$$M_{cu,lim} = 0,8 \cdot \xi_{lim,1} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} \cdot \left(\frac{h}{2} - 0,4 \cdot \xi_{lim,1} \cdot d \right) + A_{s2} \cdot z_{s2} \cdot f_{yd} + A_{s1} \cdot z_{s1} \cdot f_{yd} =$$

$$= 0,8 \cdot 0,617 \cdot 0,35 \cdot 0,2945 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{0,35}{2} - 0,4 \cdot 0,617 \cdot 0,2945 \right) + 2 \cdot 981,75 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1195 \cdot 434,8 \cdot 10^3 = 206,13 \text{ kNm}$$

$$M_{cu,lim} = 206,13 \text{ kNm}; N_{cu,lim} = 1017,56 \text{ kN}$$

$$M_{cu} = 0 \text{ kNm}; N_{cu} = 3730,6 \text{ kN}; N_{sd} = -2181,97 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} = M_{cu} + \frac{M_{cu,lim} - M_{cu}}{N_{cu} - N_{cu,lim}} \cdot (N_{cu} + N_{sd}) = 0 + \frac{206,13 - 0}{3730,6 - 1017,56} \cdot (3730,6 - 2181,97) = 117,66 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 117,66 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 14,55 \text{ kNm} \Rightarrow \text{průřez vyhovuje}$$

Sloup vyhovuje i ve směru kolmém na rám.

6.6. NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADOVÉ PATKY POD VNITŘNÍM SLOUPEM

6.6.1. Vstupní údaje

Základové zeminy:

převážně štěrkopísky: převažující třída zeminy G3 \Rightarrow hodnota tabulkové únosnosti pro šířku základu $b = 1 \text{ m}$ je pro G3 SP $R_{dt} = 450 \text{ kPa}$, pro šířku základu $b = 3 \text{ m}$ je pro G3 SP $R_{dt} = 700 \text{ kPa}$,

Pro stanovení nutné plochy patky budeme uvažovat $R_{dt} = 350 \text{ kPa}$, výška je předběžně zvolena $1,0 \text{ m}$

Statické účinky - návrhové vnitřní síly

Návrh a posouzení provedeme pod vnitřním sloupem. Zatížení převezmeme z výpočtu sloupu. Patka bude čtvercová ze železobetonu.

$$N_{Ed,0} = 2539,22 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,0} = 80,08 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed,0} = H_{Ed} = 27,58 \text{ kN}$$

$$\text{Odhad vlastní tíhy patky: } N_{G0} \approx 0,1 \cdot N_{Ed} = 253,92 \text{ kN}$$

\Rightarrow

$$N_{Ed} = 2539,22 + 253,92 = 2793,14 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,0} + V_{Ed,0} \cdot h = 80,08 + 0,95 \cdot 27,58 = 106,28 \text{ kNm}$$

$$H_{Ed} = V_{Ed,0} = 27,58 \text{ kN}$$

Předběžný návrh rozměrů patky

$$R_{dt} \approx \sigma_R = \frac{N}{A_{eff}} \Rightarrow A_{eff} = \frac{N_{Ed}}{R_{dt}} = \frac{2793,14}{450} = 6,207 \text{ m}^2$$

$$A_{eff} = (b - 2e) \cdot b = 6,207 \text{ m}^2$$

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{106,28}{2793,14} = 0,0381 \text{ m}$$

$$\Rightarrow b = 2,530 \text{ m} \Rightarrow \text{návrh } 2500 \text{ mm} \times 2500 \text{ mm}$$

$$b_{eff} = 2,50 - 2 \cdot 0,0381 = 2,424 \Rightarrow A_{eff} = 2,424 \cdot 2,5 = 6,06 \text{ m}^2$$

$$a \dots \text{vyložení základové patky} \dots a = \frac{b - b_{sloup}}{2} = 1075 \text{ mm}$$

α ... úhel mezi lícem sloupu a základovou spárou

H ... výška patky ... zvoleno $h = 950 \text{ mm}$

$$\tan \alpha = \frac{h}{a} = \frac{950}{1075} \Rightarrow \alpha = 41,47^\circ$$

Základová patka o rozměrech **2,5 x 2,5 x 0,95 m; A = 6,25 m²**

Přepočet vlastní tíhy:

$$N_{G0} = b \cdot l \cdot h \cdot \gamma \cdot \gamma_G = 2,5 \cdot 2,5 \cdot 0,95 \cdot 25 \cdot 1,35 = 200,39 \text{ kN}$$

Výsledné návrhové síly:

$$N_{Ed} = 2739,61 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 106,28 \text{ kNm}$$

$$H_{Ed} = 27,58 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{106,28}{2739,61} = 0,03879 \text{ m}$$

$$b_{eff} = 2,50 - 2 \cdot 0,03879 = 2,4224 \Rightarrow A_{eff} = 2,4224 \cdot 2,5 = 6,056 \text{ m}^2$$

6.6.2. Únosnost základové půdy

Podloží objektu je stejnorodé. Geologický profil tvoří štěrkopískové zeminy S1 SW. Hladina podzemní vody nijak neovlivňuje únosnost základové půdy a založení objektu.

Normové charakteristiky zeminy:

Třída zeminy: G3 G-F

Objemová tíha: $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

Koheze (soudržnost): $c_{ef} = 0 \text{ kPa}$

Úhel vnitřního tření: $\varphi_{ef} \in \langle 30^\circ; 35^\circ \rangle \Rightarrow \text{volba } \varphi_{ef} = 35^\circ$

Svislá výpočtová únosnost dle EN:

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot \frac{b_{ef}}{2} \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$\gamma_1; \gamma_2$... efektivní objemová tíha základové půdy nad a pod základovou sparou

b_{ef} ... efektivní šířka nebo průměr základu

$N_c; N_d; N_b$... součinitel únosnosti, závisí na výpočtovém úhlu vnitřního tření

d ... hloubka založení

c_d ... výpočtová hodnota soudržnosti v kPa

$s_c; s_d; s_b$... součinitel vyjadřující tvar základu

$d_c; d_d; d_b$... součinitel vyjadřující vliv hloubky založení

$i_c; i_d; i_b$... součinitel vyjadřující vliv šikmosti zatížení

$$\varphi_d = \varphi_{ef} - 4 = 35 - 4 = 31^\circ$$

$$c_d = \frac{c_{ef}}{\gamma_{mc}} = \frac{0}{2} = 0 \Rightarrow R_d = \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot \frac{b_{ef}}{2} \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

Součinitele únosnosti:

$$k_p = tg^2 \left(45 + \frac{\varphi_d}{2} \right) = tg^2 \left(45 + \frac{31}{2} \right) = 3,124$$

$$N_d = e^{\pi \cdot tg \varphi_d} \cdot k_p = e^{\pi \cdot tg 31} \cdot 3,124 = 20,631$$

$$N_b = 1,5 \cdot [e^{\pi \cdot tg \varphi_d} \cdot k_p - 1] \cdot tg \varphi_d = 1,5 \cdot [e^{\pi \cdot tg 31} \cdot 3,124 - 1] \cdot tg 31 = 17,693$$

Součinitele tvaru základu:

$$s_b = 1 - 0,3 \cdot \frac{b_{ef}}{l_{ef}} = 1 - 0,3 \cdot \frac{2,4224}{2,5} = 0,7093$$

$$s_d = 1 + \frac{b_{ef}}{l_{ef}} \cdot \sin \varphi_d = 1 + \frac{2,4224}{2,5} \cdot \sin 31 = 1,4991$$

Součinitel vlivu hloubky založení:

$$d = 1,75 \text{ m}$$

$$d_b = 1$$

$$d_d = 1 + 0,1 \cdot \sqrt{\frac{d}{b_{ef}} \cdot \sin 2\varphi_d} = 1 + 0,1 \cdot \sqrt{\frac{1,75}{2,4224} \cdot \sin(2 \cdot 31)} = 1,080$$

Součinitel vlivu šikmého zatížení:

$$i_d = i_b = 1 - \frac{H_{Ed}}{N_{Ed} + A_{eff} \cdot c_d \cdot \cot g \varphi_d} = 1 - \frac{27,58}{2739,61 + 6,056 \cdot 0 \cdot \cot g 31} = 0,990$$

$$R_d = \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot \frac{b_{ef}}{2} \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

$$R_d = 19 \cdot 1,75 \cdot 20,631 \cdot 1,4991 \cdot 1,080 \cdot 0,990 + 19 \cdot \frac{2,4224}{2} \cdot 17,693 \cdot 0,7093 \cdot 1 \cdot 0,990 = 1385,43 \text{ kPa}$$

$$\sigma_R = \frac{N}{A_{eff}} = \frac{2739,61}{6,056} = 452,38 \text{ kPa}$$

$$R_d > \sigma_R$$

$$1385,43 \text{ kPa} > 452,38 \text{ kPa} \Rightarrow \text{vyhoví}$$

6.6.3. Posouzení patky proti posunutí

Vlivem posouvající síle a při malém vodorovném zatížení patky je možné vodorovné posunutí patky.

Proti posunutí působí tření a adheze mezi patkou a zeminou. Může zde působit i pasivní zemní tlak.

Podmínka:

$$H_{Ed} \leq N_{Ed} \cdot tg\varphi_d + E_{pd}$$

E_{pd} ... pasivní zemní tlak ... pro nás výpočet uvažujeme $E_{pd} = 0$

$$27,58 \leq 2739,61 \cdot tg31$$

$$27,58 \text{ kN} \leq 1646,12 \text{ kN} \Rightarrow \text{vyhoví}$$

6.6.4. Posouzení stability patky

Musí být splněna podmínka: $e \leq \frac{l}{3}$

$$0,0388 \text{ m} \leq \frac{2,5}{3} = 0,833 \text{ m} \Rightarrow \text{vyhoví}$$

6.6.5. Posouzení patky na ohyb

Výztuž patky vzdorující ohybovému momentu od reakce základové půdy,

Řešení jako konzoly

$$\text{vyložení základové patky: } a = \frac{b - b_{stoup}}{2} = 1075 \text{ mm}$$

$$\text{Délka konzoly: } l_k = a + 0,15 \cdot b_s = 1,075 + 0,15 \cdot 0,35 = 1,1275 \text{ m}$$

Napětí v základové spáře vyvolávající ohyb konzoly:

$$N_{Ed} = 2739,61 \text{ kN}$$

$$\sigma_d = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{2739,61}{(2,5 - 2 \cdot 0,0388) \cdot 2,5} = 452,38 \text{ kPa}$$

$$\text{Návrhový moment: } M_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot \sigma_d \cdot l_k^2 = \frac{1}{2} \cdot 452,38 \cdot 1,1275^2 = 287,55 \text{ kNm}$$

Krytí výztuže: s ohledem na zemní prostředí $c_{nom} = 40 \text{ mm} \Rightarrow$ návrh $c = 50 \text{ mm}$

Předpokládaný profil výztuže: $\phi 16 \text{ mm}$

$$\text{Účinná výška průřezu: } d = h - c - \frac{\phi}{2} = 950 - 50 - \frac{16}{2} = 892 \text{ mm}$$

$$\text{Poměrný ohybový moment: } \mu = \frac{M_{Ed}}{d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{287,55 \cdot 10^3}{0,892^2 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,0181$$

\Rightarrow poměrná výška tlačené oblasti: $\xi = 0,02272 \leq 0,45$

\Rightarrow poměrné rameno dvojice sil: $\zeta = 0,991$

$$\text{Potřebná plocha výztuže: } A_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{287,55 \cdot 10^3}{0,991 \cdot 0,892 \cdot 434,8 \cdot 10^6} = 748,18 \text{ mm}^2 / \text{m}'$$

Minimální plocha výztuže:

$$A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 1000 \cdot 892 = 1159,6 \text{ mm}^2 / \text{m}'$$

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 1000 \cdot 892 = 1345,1 \text{ mm}^2 / \text{m}'$$

$$A_{s,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = \frac{0,4 \cdot 1 \cdot 2,9 \cdot \frac{1000 \cdot 950}{2}}{500} = 1102 \text{ mm}^2 / \text{m}'$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 2,5 \cdot 0,95 = 0,095 = 950000 \text{ mm}^2 / \text{m}'$$

$$\text{Návrh výztuže: } 8\phi R16 / \text{m}' \Rightarrow A_s = 8 \cdot \frac{\pi \cdot 16^2}{4} = 1608,5 \text{ mm}^2 / \text{m}' \Rightarrow$$

$\phi R16$ po 146 mm, celkem v celé šířce patky 17 profilů

Posouzení únosnosti základové patky:

$$\text{Skutečná výška tlačené oblasti: } x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{1608,5 \cdot 434,8}{0,8 \cdot 1000 \cdot 20} = 43,71 \text{ mm}$$

$$\text{Skutečná poměrná výška tlačené oblasti: } \xi = \frac{x}{d} = \frac{43,71}{892} = 0,049 \leq 0,45$$

$$\text{Rameno vnitřních sil: } z = d - 0,4x = 892 - 0,4 \cdot 49,0 = 872,4 \text{ mm}$$

Moment únosnosti:

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 1608,5 \cdot 434,8 \cdot 872,4 = 610,14 \text{ kNm/m}' > 106,28 \text{ kNm/m}$$

\Rightarrow **vyhoví**

Ve směru kolmém na rám vodorovné síly zachytává železobetonové jádro, posolující síly a ohybové momenty působící na patku jsou tedy nulové.

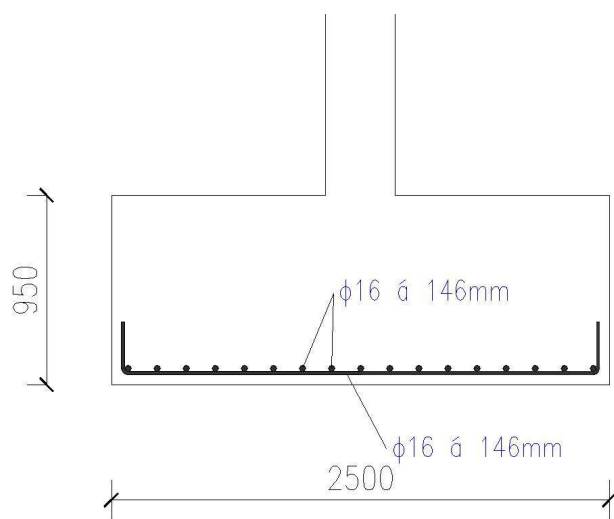
Bude provedena požadovaná minimální plocha výztuže.

Výztuž v kolmém směru bude volena stejných profilů se stejnou vzdáleností prutů

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 1000 \cdot 892 = 1345,1 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$$\text{Návrh výztuže: } 8\phi R16/\text{m}' \Rightarrow A_s = 8 \cdot \frac{\pi \cdot 16^2}{4} = 1608,5 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

\Rightarrow $\phi R16$ po 146 mm, celkem v celé šířce patky 17 profilů

6.6.6. Schéma ohybové výztuže patky*Obr. 86.*

6.6.7. Posouzení patky na protlačení

$$\text{Účinná výška v jednom směru: } d_1 = h - c - \frac{\phi}{2} = 950 - 50 - \frac{16}{2} = 892 \text{ mm}$$

$$\text{Účinná výška v druhém směru: } d_2 = h - c - \phi - \frac{\phi}{2} = 950 - 50 - 16 - \frac{16}{2} = 876 \text{ mm}$$

$$\text{Průměrná účinná výška: } d = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{892 + 876}{2} = 884 \text{ mm}$$

$$\text{Maximální přetížení v základové spáře: } p_d = 452,38 \text{ kPa}$$

$$c_1; c_2 \dots \text{ rozměry sloupu} \dots c_1 = c_2 = 350 \text{ mm}$$

Omezení smykové únosnosti těsně kolem sloupu:

$$u_0 = 4c = 4 \cdot 0,35 = 1,4 \text{ m}$$

$$a = 0$$

$$A_0 = c^2 = 0,35^2 = 0,1225 \text{ m}^2$$

Musí být splněna podmínka: $v_{Ed,max} < v_{Rd,max}$

$$v_{Ed,max} = \beta_0 \cdot \frac{V_{Ed,max}}{u_0 \cdot d} < v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd}$$

d ... účinná výška

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right]$$

u_0 ... délka kontrolovaného obvodu

$$\text{Součinitel zohledňující vliv ohyb. momentu} \dots \beta_0 = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed} + h_f \cdot V_{Ed}}{V_{Ed,max}} \cdot \frac{u_0}{W_0}$$

$$V_{Ed,max} = p_d \cdot (b_{ef} \cdot l - c_1 \cdot c_2)$$

k ... součinitel závislý na poměru stran sloupu ... pro $\frac{c_1}{c_2} = 1$ je $k=0,6$

$$W_0 \dots \text{ modul, který odpovídá rozdělení smyku} \dots W_0 = \frac{c_1^2}{2} + c_1 \cdot c_2 + 2c_2 a + 4a^2 + \pi a c_1$$

Posouzení kontrolní obvodu kolem sloupu:

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{30}{250} \right] = 0,528$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,528 \cdot 20 = 5,28 \text{ MPa} = 5280,0 \text{ kPa}$$

$$V_{Ed,max} = 452,38 \cdot (2,4224 \cdot 2,5 - 0,35 \cdot 0,35) = 2684,20 \text{ kPa}$$

$$W_0 = \frac{0,35^2}{2} + 0,35 \cdot 0,35 + 0 + 0 + 0 = 0,18375$$

$$u_0 = 4 \cdot 0,35 = 1,4 \text{ m}$$

$$\beta_0 = 1 + 0,6 \cdot \frac{106,28}{2684,20} \cdot \frac{1,4}{0,18375} = 1,293 \Rightarrow v_{Ed,max} = 1,293 \cdot \frac{2684,20}{1,4 \cdot 0,884} = 2804,7 \text{ kPa}$$

$$v_{Ed} < v_{Rd,max}$$

$$2804,7 \text{ kPa} < 5280,0 \text{ kPa} \Rightarrow \text{vyhoví}$$

Posouzení dalších kontrolních obvodů

Posouzení dalších kontrolních obvodů u_i : $0,5d \leq a \leq 2d$

Kritické místo podle ČSN EN je $a=2d=1,768 \text{ m}$, vzhledem k rozměrům patky

$$a_{max} = 1,075 \text{ m} = 1,21d$$

$$v_{Rd,c} = \frac{2d}{a} \cdot C_{Rd,c} \cdot k(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}$$

$$C_{Rd,c} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{884}} = 1,476$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^2 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{2d}{a}$$

$$A_{s1} = A_{s2} = 1608,5 \cdot 2,5 = 40,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\rho = \sqrt{\frac{A_{s1}}{b \cdot d_1} \cdot \frac{A_{s1}}{b \cdot d_2}} = \sqrt{\frac{40,2 \cdot 10^{-4}}{2,5 \cdot 0,892} \cdot \frac{40,2 \cdot 10^{-4}}{2,5 \cdot 0,876}} = 0,00182 \leq 0,02$$

$$A_a = c \cdot c + 4 \cdot a \cdot c + \pi \cdot a^2$$

$$u_a = 4 \cdot c + 2\pi a$$

$$V_{Ed,red} = p_d \cdot (b_{ef} \cdot l - A_a)$$

$$v_{Ed} = \beta_i \cdot \frac{V_{Ed,red}}{u_i \cdot d}; \beta_i = 1,0$$

$$\beta_a = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed,red}} \cdot \frac{u_a}{W_a}$$

$$k=0,6$$

$$W_a = \frac{c_1^2}{2} + c_1 \cdot c_2 + 2c_2a + 4a^2 + \pi a c_1$$

$$v_{Ed} \leq \max\{v_{Rd,c}; v_{min}\}$$

a	a [m]	u _a [m]	A _a [m ²]	V _{Ed,red} [kN]	W _a	β _a	v _{Rd,c} [kN]	v _{min} [kN]	max{v _{Rd,c} ; v _{min} }	v _{Ed} [kN]
0,5d	0,442	4,177	1,233	2181,83	1,4512	1,0841	1452,8	1650,1	1650,1	640,59
0,6d	0,530	4,730	1,624	2004,95	1,8901	1,0796	1211,6	1376,1	1376,1	517,66
0,75d	0,663	5,566	2,309	1695,07	2,6710	1,0784	968,5	1100,0	1100,0	371,67
d	0,884	6,954	3,693	1068,97	4,2816	1,099	726,4	825,0	825,0	190,74
1,21d	1,070	8,123	5,095	434,74	5,940	1,201	600,1	681,6	681,6	72,69

⇒ $v_{Ed} \leq \max\{v_{Rd,c}; v_{min}\} \Rightarrow$ vyhovuje. Smyková výztuž není nutná.

6.6.8. Kotvení a stykování výztuže

Konstrukční uspořádání výztuže:

Kotvení podélné výztuže a přesahová délka:

Mezní napětí v soudržnosti:

$$f_{bd} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctd} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,33 = 2,33 \text{ MPa}$$

η_1 ... součinitel závislý na kvalitě podmínek v soudržnosti a poloze prutu během betonáže ... $\eta_1 = 0,7$ pro špatné podmínky soudržnosti

η_2 ... součinitel závislý na průměru prutu ... $\eta_2 = 1,0$; pro $\phi \leq 32 \text{ mm}$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{2,0}{1,5} = 1,33 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1,0$$

$$f_{ctk,0,05} = 2,0 \text{ pro C30/37}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

Výpočet napětí: (v místě prutu, od kterého se měří kotevní délka)

$$\sigma_{sd} = f_{yd} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_s} = 434,8 \cdot \frac{748,18}{1608,5} = 202,24$$

Výztuž ϕ 16 mm:

cc) Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi \cdot \sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{16 \cdot 202,24}{4 \cdot 2,33} = 347 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

dd) Návrhová kotevní délka

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

α_1 ... vliv tvaru prutu ... přímý prut 1,0

α_2 ... vliv minimální krycí vrstvy ... $\alpha_2 = 1 - 0,15(c_d - \phi)/\phi$; $0,7 \leq \alpha_2 \leq 1,0$

$$c_d = 25 \text{ mm} \Rightarrow \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(50-16)}{16} = 0,68; \Rightarrow 0,7$$

α_3 ... vliv ovinutí příčnou výztuží ... $\alpha_3 = 1 - K\lambda \Rightarrow \alpha_3 = 1,0$

α_4 ... vliv jednoho nebo více přivařených prutů v l_{bd} ... $\alpha_4 = 1,0$

α_5 ... vliv tlaku kolmého na rovinu odštěpování betonu v l_{bd} ... $\alpha_5 = 1 - 0,04p$;
 $0,7 \leq \alpha_5 \leq 1,0$

$l_{b,min} = \max\{0,3l_{b,rqd}; 10\phi; 100mm\} = \max\{0,3 \cdot 347; 10 \cdot 16; 100mm\} =$
 160 mm

$l_{bd} = 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 347 = 243 \text{ mm} \geq l_{b,min} = 160 \text{ mm}$

$l_{bd} = 250 \text{ mm}$

4. ZÁVĚR

Obsahem bakalářské práce bylo vypracování zjednodušené projektové dokumentace stavby pro stavební povolení. Po dohodě s vedoucím práce jsem se zaměřila na statické řešení nosné konstrukce jedné sekce objektu. Výsledkem bylo stanovení typů a počtu výztuží pro jednotlivé nosné prvky konstrukce. Dále jsem vyhotovila zjednodušenou výkresovou dokumentaci a technické zprávy.

Bakalářská práce pro mě byla velkým přínosem. Jednalo se o první projekt takového rozsahu, ve kterém byla stavba řešena komplexně.

Bylo zde propojeno architektonické, stavební a dispoziční řešení se statickým návrhem a posouzením. Naučila jsem se, že se ke stavbě musí přistupovat jako k celku a že aby objekt vyhovoval po všech stránkách a plnil svojí funkci po celou dobu své životnosti, nejde jedna část návrh oddělit od druhé.

I když se během vypracování bakalářské práce vyskytlo mnoho menších či větších problémů, jsem za tuto zkušenost ráda.

5. SEZNAM PŘÍLOH

C.1. Celková situace stavby

D.1.1.1. Půdorys základů dilatačního celku č. 1

D.1.1.2. Půdorysy 1. NP

D.1.1.3. Půdorys 2. NP

D.1.1.4. Půdorys 3. NP

D.1.1.5. Půdorys 4.NP

D.1.1.6 Půdorys ploché střechy dilatačního celku č. 1

D.1.1.7. Příčný řez AA – dilatační část č.1

D.1.1.8. Podélný řez BB – dilatační část č.1

D.1.1.9. Podélný řez BB – dilatační část č. 2

D.1.1.10. S a J pohled

D.1.1.11. V a Z pohled

D.1.2.1. Základy dilatační části č.1

D.1.2.2. Výkres tvaru 1.NP

6. SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

Literatura

Stavební zákon 183/2006 Sb. a související vyhlášky

Vyhláška o dokumentaci staveb 499/2006 Sb.

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1 – 1

ČSN EN 1991 -1 – 3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1 – 3

ČSN EN 1991 – 1 – 4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1 – 4

ČSN EN 1992 – 1 – 1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - část 1-1:

Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 10080 Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel -
Všeobecně

ČSN EN 42 0139 Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel -
Všeobecně

ČSN EN 73 0540-2 Teplená technika budova – část 2: Požadavky

Vášková, J., Kohoutková A., Procházka, J., Příklady navrhování betonových
konstrukcí 1, 1. Vydání, Praha: Vydavatelství ČVUT Praha 2009

Vášková, J., Procházka, J., Šmejkal, J., Vítek, J. L., Navrhování betonových
konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2, 1. Vydání, Praha
2010

Šmejkal, J., Železobetonové konstrukce, 1. Vydání, Plzeň: Vydavatelství ZČU
v Plzni, 2010

Internetové zdroje:

<http://concrete.fsv.cvut.cz/>

<http://www.fce.vutbr.cz/BZK/>