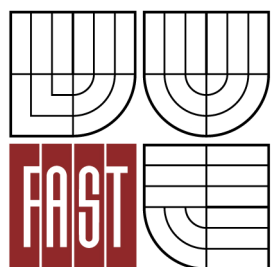




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

ANALÝZA ŽELEZOBETONOVÉ ŽEBÍRKOVÉ STROPNÍ KONSTRUKCE VYLEHČENÉ KERAMICKÝMI VLOŽKAMI.

ANALYSIS OF REINFORCED CONCRETE RIBBED CEILING WITH LIGHTWEIGHT CERAMIC UNITS

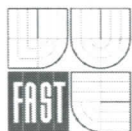
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Branislav Páleník

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ STRNAD, Ph.D.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Branislav Páleník
Název Analýza železobetonové žebírkové stropní konstrukce vylehčené keramickými vložkami.
Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Strnad, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2011
Datum odevzdání bakalářské práce 25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011

.....
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu



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

Podklady a literatura

Schematické výkresy zadaného objektu (půdorysy, řezy)

Platné normy z oboru betonových a zděných staveb, geotechniky atd.

Majdúch: Zásady vystužovania betónových konštrukcií

Skripta, podklady a opory používané ve výuce na ÚBZK FAST VUT v Brně

Výpočetní programy pro PC

Zásady pro vypracování

Výpočet a výkresy výztuže a tvaru zadaných prvků (výpočet provést vhodným výpočetním programem).

Kontrola výpočtu vybraných prvků zjednodušenou metodou.

Další konstrukce (výpočet, výkresy tvaru a výztuže) dle zadání vedoucího bakalářské práce.

Technická zpráva statické části.

Bakalářská práce bude odevzdána 1 x v listinné podobě a 2 x v elektronické podobě na CD s formální úpravou podle směrnice rektora č. 9/2007 (včetně dodatku č.1) a 2/2009 a směrnice děkana č. 12/2009.

Předepsané přílohy

A) Textová část

Technická zpráva statiky, průvodní zpráva statickým výpočtem

B) Přílohy textové části

B1) Statický výpočet

B2) Výkresy tvaru nosné konstrukce

B3) Výkresy výztuže (včetně výpisu výztuže)

B4) Další konstrukce dle zadání vedoucího bakalářské práce

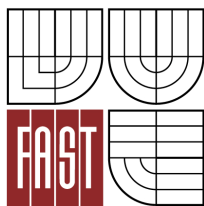
B5) Detaily dle zadání vedoucího bakalářské práce

Licenční smlouva poskytovaná k výkonu práva užít školní dílo (3x)

Popisný soubor závěrečné práce



.....
Ing. Jiří Strnad, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Jiří Strnad, Ph.D.

Autor práce Branislav Páleník

Škola Vysoké učení technické v Brně

Fakulta Stavební

Ústav Ústav betonových a zděných konstrukcí

Studijní obor 3608R001 Pozemní stavby

Studijní program B3607 Stavební inženýrství

Název práce Analýza železobetonové žebírkové stropní konstrukce vylehčené keramickými vložkami.

Název práce v anglickém jazyce Analysis of reinforced concrete ribbed ceiling with lightweight ceramic units

Typ práce Bakalářská práce

Přidělovaný titul Bc.

Jazyk práce Čeština

Datový formát elektronické verze

Anotace práce Jedná sa o návrh prekladu a analýzu stropu v dvojpodlažnom rodinnom dome so sedlovou strechou. Projekt rieši monolitický preklad (spojitý nosník o dvoch poliach) do ktorého sú votknuté stropné nosníky podľa návrhu architekta. Výpočet je robený ručne, za použitia trojmomentových rovníc vo výpočte vnútorných síl. Medzný stav použiteľnosti (priehyb) je vypočítaný za použitia clebshovej metódy (integrácia diferenciálnej rovnice ohybovej čiary).

Anotace práce v anglickém jazyce This work consists of an analysis of the ceiling in a two family house with a gable roof. The project addresses the translation of monolithic (continuous beam of two fields) in which joists according to the architect. The calculation is done by hand, using force method in the calculation of internal forces. Life limit state (deflection) is calculated by using the clebshs method (integration of the differential equation of bending lines).

Klíčová slova Silová metóda, trojmomentové rovnice, integrácia diferenciálnej rovnice ohybovej čiary, medzný stav použiteľnosti

Klíčová slova v anglickém jazyce Force method, the integration of the differential equation of bending lines, limit state life

Abstrakt

Jedná sa o návrh prekladu a analýzu stropu v dvojpodlažnom rodinnom dome so sedlovou strechou. Projekt rieši monolitický preklad (spojitý nosník o dvoch poliach) do ktorého sú votknuté stropné nosníky podľa návrhu architekta. Výpočet je robený ručne, za použitia trojmomentových rovníc vo výpočte vnútorných síl. Medzný stav použiteľnosti (priehyb) je vypočítaný za použitia Clebschovej metódy (integrácia diferenciálnej rovnice ohybovej čiary).

Klíčová slova

Silová metóda, trojmomentové rovnice, integrácia diferenciálnej rovnice ohybovej čiary, medzný stav použiteľnosti

Abstract

This work consists of an analysis of the ceiling in a two family house with a gable roof. The project addresses the translation of monolithic (continuous beam of two fields) in which joists according to the architect. The calculation is done by hand, using force method in the calculation of internal forces. Life limit state (deflection) is calculated by using the Clebsch method (integration of the differential equation of bending lines).

Keywords

Force method, the integration of the differential equation of bending lines, limit state life

...

Bibliografická citace VŠKP

PÁLENÍK, Branislav. *Analýza železobetonové žebírkové stropní konstrukce vylehčené keramickými vložkami..* Brno, 2012. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jiří Strnad, Ph.D..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně, a že jsem uvedl(a) všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 13.6.2012

.....
podpis autora

Pod'akovanie:

Chcel by som pod'akovať všetkým ľuďom ktorý sa nejakým spôsobom podieľali na mojej bakalárskej práci. Avšak predovšetkým Ing Jiřímu Strnadovi, Ph.D. za jeho cenné rady a pripomienky vďaka ktorým som túto prácu vypracoval.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 13.6.2012

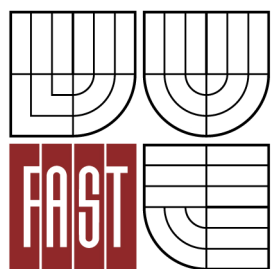
.....
podpis autora
Branislav Páleník

Zoznam použitých zdrojov:

- [1] ČSN 1990-1-1 *Zásady navrhování konstrukcí*, 03/2004
- [2] ČSN 1991-1-1 *Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*, 03/2004
- [3] ČSN 1991-1-3 *Obecná zatížení - Zatížení sněhem*, 06/2005
- [4] ČSN 1992-1-1 *Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*, 01/2006
- [5] ČSN 1993-1-1 *Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*, 01/2007
- [6] J.BILČÍK, L.FILLO, V.BENKO, J.HALVONIK, *Betónové konštrukcie*, Bratislava 2008
- [7] M.ZICH, *Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů*, Brno 2009
- [8] S.ŠMIŘÁK, *Pružnost a pevnost*, Brno 1999
- [9] J.KADLČÁK, J.KYTÝR, *Statika stavebních konstrukcí I*, Brno 2009
- [10] J.KADLČÁK, J.KYTÝR, *Statika stavebních konstrukcí II*, Brno 2009
- [11] www.peikko.cz, *Výrobný katalóg spoločnosti Peikko.s.r.o*



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

A1 - TECHNICKÁ SPRÁVA

TECHNICKÁ SPRÁVA - STATIKA

1. ÚVOD

Vypracovaná projektová dokumentácia a statický výpočet rieši iba strop nad 1NP a to len časť ktorá sa nachádza na miestnosťou 101. Rieši vystuženie nosného prekladu a návrh podporného stĺpu.

2. KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIE

Konštrukčné riešenie vyplýva z návrhu architekta. Alternatívne je možné strop nad miestnosťou 101 riešiť ako monolitickú železobetónovú dosku alebo pomocou predpätých panelov. Ďalším možným riešením je použitie nosníkov od firmy PEIKKO s označením „deltabeam“, konkrétne typ D22-300 (viď príloha TS).

V riešení ktoré je navrhnuté vynáša stropné nosníky HELUZ Miako železobetónový monolitický preklad do ktorého sú votknuté. Železobetónový preklad je z betónu triedy C30/37 a použitá výstuž je B500B (10505R).

3. STATIKA

3.1 PREKLAD

Preklad tvorí monolitický spojitý nosník o dvoch poliach. Jednotlivé polia majú rozpon a-b 4460 mm, b-c 5690 mm. Krytie bude zabezpečené pomocou dištančných podložiek výšky 25 mm. Preklad je vystužený v kratšom poli výstužou 5 ϕ 16. Nad podporou je výstuž 7 ϕ 25 a v dlhšom poli je výstuž 5 ϕ 25. Šmykovú výstuž tvoria 4-strižné strmene ϕ 6. V hornej časti prierezu prekladu sa nachádza konštrukčný strmeň ϕ 6. Ako konštrukčná výstuž sú použité prúty ϕ 10, ϕ 12 a ϕ 8 (viď výkres výstuže). Pozdĺžna výstuž je zakotvená vo venci ktorý lemuje konštrukciu. Pri jednej krajnej podpore je kotvenie upravené výstužou v tvare „U“, ktorá má rovnakú plochu ako výstuž ktorá ma byť prikotvená a to z dôvodu montáže.

Prierez prekladu tvorí oslabený prierez o nosníky stropu, ktoré sú do neho votknuté. S takto oslabeným prierezom v tvare „T“ bolo počítané v statickom výpočte.

3.2 STROP

Strop tvoria stropné nosníky HELUZ Miako dĺžky 4000 mm respektíve 1500 mm. Stropné vložky sú použité 19/50 a 19/62,5. Pod priečkami ktoré sa nachádzajú v 2 NP sú stropné nosníky zdvojené až strojené. Únosnosť strojených nosníkov bola overená statickým výpočtom podľa ktorého sú nosníky únosné na dané zaťaženie.

Vynesenie jednotlivých nosníkov je pomocou ohybov výstuže ktorá ma za úlohu preniesť záporný ohybový moment v priečnom smere. Ohyb bude začínať presne na rozhraní prekladu a stropu podľa výkresu. Na prúty je použitá výstuž $\phi 12$, ktorá je previazaná strmeňmi $\phi 6$ po vzdialenosti 250 mm. Strmene budú tesne položené na stropné nosníky a pozdĺžna výstuž bude cez ne prevlečená. Na strane kratších nosníkov je prút na prenos ohybových momentov zakotvený až do venca na vnútornej nosnej stene, prút s ohybom pre vynesenie je zakončený rovnako ako nosník. Prúty pri dlhšom poli sú zakončené v štvrtine rozpätia tohto poľa. Pokiaľ sa stretajú nosníky proti sebe tak je výstuž pretiahnutá 1 m za líc prekladu. Táto vzdialenosť zabezpečí dostatočné stykovanie. Ako konštrukčná výstuž je použitá $\phi 8$ ktorá sa nachádza v rohoch strmeňov. Na povrchu stropu je uložená sieťovina $\phi 6/150/150$. Na dobetónávku použiť betón triedy C30/37.

3.3 STĹP

Na stĺp je použitá oceľ S235 a profil 2xUPE140. Profily sú pozdĺžne zvarené k sebe na koncoch sú po obvode privarené ocelové platne 300x300 mm s hrúbkou 15 mm. K platniam sú v hornej časti privarené kotviace prvky z pásovej oceli 50x5 mm a spodná časť stĺpu je prichytená k základu pomocou chemických kotiev HILTI HIT-HY 150 MAX. Pri montáži kotiev je nutné rešpektovať montážne postupy od firmy HILTI.

4.BETONÁŽ

Pred samotnou betonážou je nutné dôkladne navlhčiť strop. Zmes je nutné riadne previbrovať a to hlavne v miestach so zhustenou výstužou (preklad). Po ukončení betonáže ihneď zaistiť ošetrovanie vhodnou vodou a to hlavne z dôvodu vyparovania vody z betónu (polievanie, prekrytie fóliou, ...). Betonáž vykonať podľa doporučení normy ČSN EN 206-1 a súvisiacich noriem. Dôležité je zabrániť pádu betónu z veľkej výšky a to u dôvodu že môže dôjsť k nerovnomernému rozloženiu kameniva v zmesi. Oddebnevanie sa odporúča až po 28 dňoch a to z dôvodu aby sa minimalizoval priehyb od dotvarovania betónu.

5.ZÁVER

Pokiaľ počas prác vznikne problém ktorý nebol v tomto projekte riešený je nutné ihneď kontaktovať zodpovedného projektanta statiky.

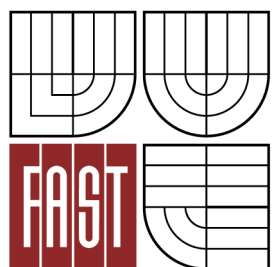
Pri vykonávaní prác je nutné dbať na bezpečnosť a dodržiavať príslušne zákony, vyhlášky, smernice a normy týkajúce sa bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci

Branislav Páleník

V Brne 03/2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

A2 - SPRIEVODNÁ SPRÁVA K STATICKÉMU VÝPOČTU

SPRIEVODNÁ SPRÁVA K STATICKÉMU VÝPOČTU

Ako stále zaťaženie vystupuje vo výpočte strešný plášť S10 s intenzitou 2,099 kN/m², strop nad 1.NP s označením S7 intenzitou 5,115 kN/m² a priečky HELUZ hrúbky 150 mm (3,788 kN/m²) nad prekladom na ktorú je položená väznica krovu. Priečky hrúbky 150 mm ktoré sa prejavia ako bodové sily o intenzite 12,728 kN a priečka hrúbky 115 mm ktorá sa tiež prejaví ako bodová sila 10,247 kN. Vlastná tiaž prekladu 5,250 kN/m. Hodnoty pre strešný plášť, strop, priečky sú stanovené z trojmomentových rovníc na spojitom nosníku o dvoch poliach. Spojitý nosník z dôvodu zmonolitnenia stropu a výstuže pre vynesenie jednotlivých nosníkov sa predpokladá že sa bude nosník takto správať.

Ako náhodilé zaťaženie bolo zvolené zaťaženie snehom a zaťaženie užitočné. Zaťaženie vetrom nebolo uvažované preto že by to nemalo veľký vplyv na výslednú hodnotu zaťaženia na preklad. Zaťaženie snehom bolo stanovené pre III. Snehovú oblasť a to o intenzite 1,2 kN/m². Užitočné zaťaženie bolo stanovené pre obytné budovy 2,0 kN/m².

Výsledná intenzita zaťaženia na preklad je pre kombináciu I. je 75,275 kN/m pre kombináciu II. je nodník zaťaženie rozdielne v poli a-b je hodnota 62,304 kN/m a v poli b-c hodnota 75,275 kN/m. V kombinácií III. je to opačne ako v kombinácií II. V kombináciách II, III je z menej zaťaženého pola odobratá zložka užitočného zaťaženia. Hodnoty kombinácii sú uvádzané vo výpočtových intenzitách. Priebeh vnútorných síl je vypočítaný pomocou trojmomentových rovníc.

Pre krytie výstuže je určený stupeň vplyvu prostredia XC1 keďže sa jedná o rodinný dom. Veľkosť krytia sa stanovila na 25 mm. Použitý betón je C30/37 a to z dôvodu dosiahnutia požadovaného pretvorenia pretvorenia výstuže, pri betónoch nižšej triedy nebolo dosiahnuté potrebné pretvorenie. Výstuž je triedy B500B (10505R). Návrh výstuže na prenos ohybových momentov v poli a-b (4460 mm) je 5 ϕ 16, nad podporou b

7 ϕ 25, v poli b-c (5690 mm) 5 ϕ 25. Ako šmyková výstuž bola zo začiatku uvažovaná 4-strižný strmeň ϕ 8 ten bol však upravený na 4-strižný strmeň ϕ 6 a to z dôvodu veľkého predimenzovania čiže neekonomického návrhu.

Kotvenie výstuže v podperách bolo uvažované minimálne 3 prúty a to preto aby sa znížilo napätie vo výstuži čím zníži aj kotevná dĺžka. Najzložitejšie je kotvenie v podpere c, keďže vychádza zahnutý koniec na troch prútoch ϕ 25 tento detail bol upravený tak že kotevné prúty sa nechali priamo bez zahnutia a k nim boli priložené prúty zahnuté do tvaru „U“ pričom plocha týchto prútov zodpovedala ploche kotevných prútov z pola b-c. Navrhnuté boli prúty 6 ϕ 18.

Ďalším kritériom ktoré bolo riešené bol medzný stav použiteľnosti. Ako prvé sa určil kritický moment na medzi vzniku trhlín. Zaťaženie sa upravilo na kvázi stálu kombináciu a následným výpočtom boli stanovené maximálne momenty v poli a-b a b-c. Tieto hodnoty boli následne porovnané čím bolo zistené že vzniknú trhliny. Určili sa prierezové charakteristiky, prierezu porušeného trhlinou. Spojitý nosník bol rozdelený na prosté nosníky (kvôli zjednodušeniu ručného výpočtu), ktoré sa zaťažili v krajnej podpore b nadpodporovým momentom ktorý sa spočítal z trojmomentovej rovnice pre spojitý nosník. Pre tento prostý nosník sa určila diferenciálna rovnica ohybovej čiary a pomocou clebshovej metódy, ktorá spočíva v integrácií sa upraví na rovnicu ohybovej čiary. Za neznámu „x“ sa dosadil požadované miesto od začiatku nosníka v ktorom chceme vyšetriť priehyb. Týmto spôsobom sa postupovalo pri oboch poliach. Ako prvé sa určil okamžitý priehyb a to tak že za modul pružnosti bola dosadená hodnota E_{cm} . Dlhodobý priehyb sa určil tak že bol zavedený modul pružnosti $E_{c,eff}$. V poli a-b s priehybom nebol problém, ten vyhovel na okamžitý, ako aj na dlhodobý avšak v pole b-c nesplňuje priehyb okamžitý ako aj dlhodobý. Vyplýva to z malej výšky prierezu, nato aké zaťaženie musí prenieť. A tak bolo výpočtom zistené že v poli b-c by musel byť o 50 mm väčšiu výšku aby vyhovel, než akú navrhuje architekt.

Vynesenie stropných nosníkov HELUZ Miako do prekladu, je pomocou ohybov výstuže, ktorá primárne prenáša záporný ohybový moment nad prekladom ktorý tam vznikne v dôsledku zmonolitnenia. Únosnosť nosníku na ohybový moment pod

priečkami bola overená ako T prierez kde sa vynechala časť rezu ktorú vyplňuje stropná vložka. Šmyková únosnosť je podľa tabuliek od firmy HELUZ, $V_{rd} = 43,54$ kN, táto hodnota je dostatočná na prenesenie posúvajúcich síl.

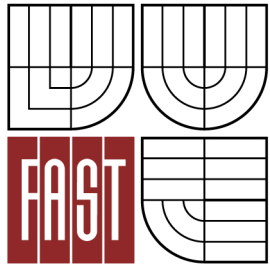
Stĺp je navrhnutý z dvoch profilov UPE140 zvarovaných do uzavretého prierezu. Prierez je triedy 1 z čoho vyplýva vzperná krivka b. Stĺp bol posúdený na stratu stability vzperom. Bol modelovaný prvok ako kĺbovo uchytený prút. Stĺp na stabilitu vyhovel a to jednotkovým posudkom $0,72 < 1,0$.

Branislav Páleník

v Brne 03/2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



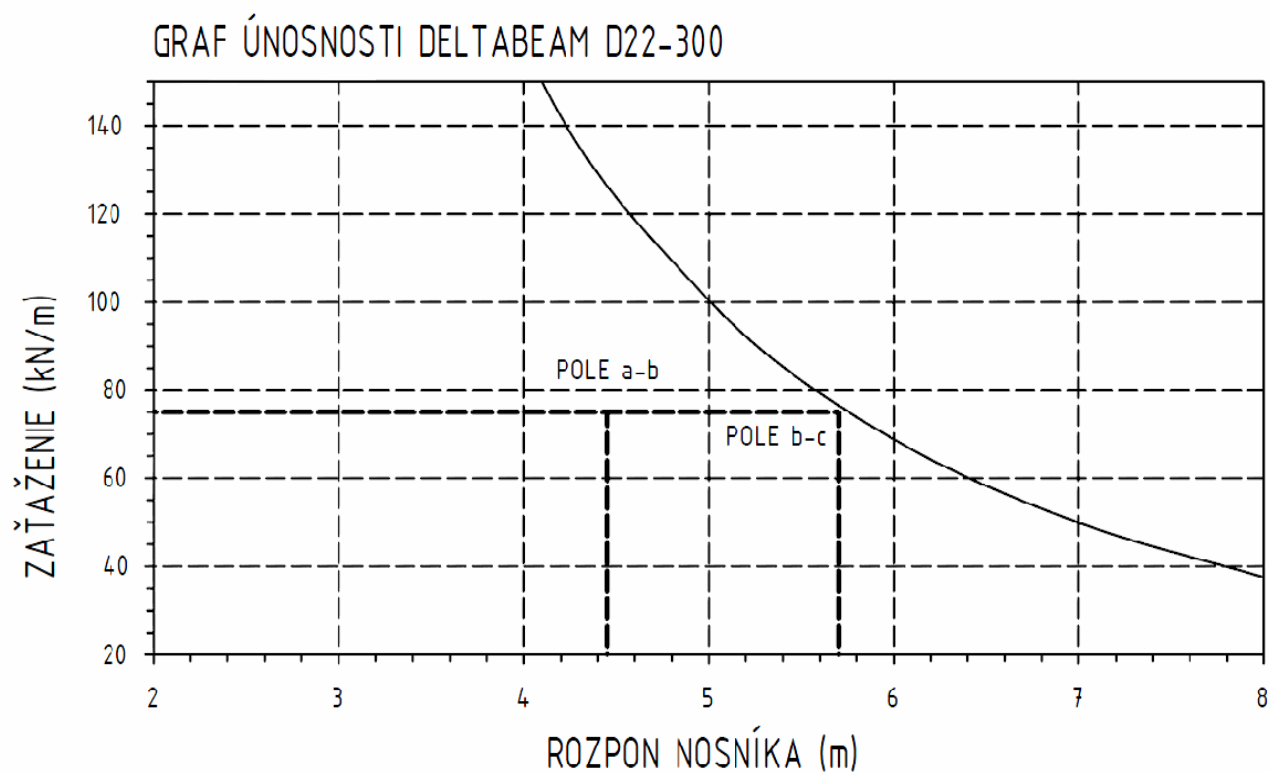
FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

B1 - PRÍLOHY

PRÍLOHA 1: ÚNOSNOSŤ DELTA NOSNÍKU, PEIKKO a.s.

Graf je prebratý z podkladov od firmy Peikko a.s., ktoré sú zverejnené na internetovej stránke spoločnosti. Prospekt je písaný v anglickom jazyku. V grafe sú vyznačené jednotlivé polia (ich rozpon) a zaťaženie ktoré na ne pôsobí. Súčasťou tejto prílohy je aj časť originálneho prospektu písaného v anglickom jazyku. Pri tomto riešení by bolo nutné sa zaoberať detailom vytvorenia kĺbu nad podporou. Delta nosník však umožňuje aj riešiť túto konštrukciu ako spojitý nosník s vloženým kĺbom (gerberov nosník).



PRÍLOHA 3: ÚNOSNOSŤ KERAMICKÝCH STROPOV HELUZ MIAKO



KERAMICKÉ STROPY HELUZ MIAKO
Stropní konstrukce z nosníků HELUZ a cihelných vložek MIAKO 19/62,5 – výška h = 250 mm

Stropní konstrukce z nosníků HELUZ a cihelných vložek MIAKO 19/62,5 – výška h = 250 mm

navrženo podle ČSN EN 15037-1 a ČSN EN 1992-1-1

výška nadbetonávky 60 mm
min. uložení (koordinační modulový rozměr) 115 (125) mm
výztuž B500A, B500B
beton příruby nosníku C 25/30
beton monolitu C 20/25



délka nosníku [m]	světlost L_n [m]	výztuž nosníku a spodní výztuž / diagonála / horní výška příruby	zatížení q_k [kN/m ²]	zatížení q_d [kN/m ²]	M_{ed} [kNm]	V_{ed} [kN]	průhyb $f_{s,ed}$ [mm]	nutné vzpětí [mm]	průhyb po odpočtu vzpětí [mm]	limitní průhyb [mm]	aktivní průhyb [mm]	limitní aktivní průhyb [mm]	příčná výztuž desky [mm]	vzdálenost příčné výztuže [mm]	průměr nadpodpor. výztuž [mm]	vzdálenost nadpodpor. výztuže [mm]
1,50	1,25	2e8 /5/8/145	15,00	21,00	9,29	43,94	0,4		0,4	5,5	0,1	2,5	4	150	4	150
1,75	1,50	2e8 /5/8/145	15,00	21,00	9,31	43,94	0,7		0,7	6,5	0,2	3,0	4	150	4	150
2,00	1,75	2e8 /5/8/145	15,00	21,00	9,32	43,94	1,0		1,0	7,5	0,4	3,5	4	150	4	150
2,25	2,00	2e8 /5/8/145	15,00	21,00	9,33	43,94	1,5		1,5	8,5	0,6	4,0	4	150	4	150
2,50	2,25	2e8 /5/8/145	11,60	16,11	9,33	43,94	1,9		1,9	9,5	0,7	4,5	4	150	4	150
2,75	2,50	2e8 /5/8/145	8,90	12,47	9,33	43,94	2,4		2,4	10,5	0,9	5,0	4	150	4	150
3,00	2,75	2e10 /5/8/145	12,50	17,33	14,40	43,74	6,2		6,2	11,5	2,6	5,5	4	150	4	150
3,25	3,00	2e10 /5/8/145	10,00	13,95	14,40	43,74	7,7		7,7	12,5	3,6	6,0	4	150	4	150
3,50	3,25	2e10 /5/8/145	8,00	11,25	14,40	43,74	8,9		8,9	13,5	4,3	6,5	4	150	4	150
3,75	3,50	2e10 /5/8/145	6,40	9,06	14,40	43,74	10,2		10,2	14,5	5,1	7,0	4	150	4	150
4,00	3,75	2e12 /5/8/145	9,00	12,60	20,47	43,54	13,2		13,2	15,5	4,7	7,5	4	150	4	150
4,25	4,00	2e12 /5/8/145	7,50	10,58	20,47	43,54	14,8		14,8	16,5	5,5	8,0	4	150	4	150
4,50	4,25	2e12+e6 /5/8/145	7,40	10,44	22,98	43,61	17,2		17,2	17,5	6,1	8,5	4	150	4	150
4,75	4,50	2e12+e8 /5/8/145	7,10	10,04	24,90	43,62	19,7	12,9	6,8	18,5	6,8	9,0	4	150	4	150
5,00	4,75	2e12+e10 /5/8/145	7,00	9,90	27,33	43,59	22,5	13,6	8,9	19,5	7,5	9,5	4	150	4	150
5,25	5,00	2e12+e12 /5/8/145	7,00	9,90	30,26	43,54	25,5	14,3	11,2	20,5	8,2	10,0	4	150	4	125
5,50	5,25	2e12+e12 /5/8/145	6,00	8,55	30,26	43,54	27,7	15,1	12,6	21,5	9,3	10,5	4	150	4	125
5,75	5,50	2e12+e12 /5/8/145	5,10	7,34	30,26	43,54	29,9	15,8	14,1	22,5	10,0	11,0	4	150	4	125
6,00	5,75	2e12+e14 /5/8/145	5,30	7,61	33,66	43,46	33,7	16,5	17,2	23,5	10,9	11,5	4	150	4	125
6,25	6,00	2e12+e14 /5/8/145	4,60	6,66	33,66	43,46	36,5	17,2	19,3	24,5	11,5	12,0	4	150	4	125
6,50	6,25	2e12+e14 /6/8/200	3,90	5,72	33,66	63,58	38,9	17,9	21,0	25,5	11,9	12,5	4	150	4	125
6,75	6,50	2e12+e16 /6/8/200	4,10	5,99	37,51	63,42	43,1	18,6	24,5	26,5	12,9	13,0	4	150	4	100
7,00	6,75	2e12+e18 /6/8/200	4,00	5,85	41,77	63,23	45,7	19,3	26,4	27,5	13,4	13,5	4	150	4	100
7,25	7,00	2e12+e18 /6/8/200	3,40	5,04	41,77	63,23	48,2	20,1	28,1	28,5	13,7	14,0	4	150	4	100

Legenda:

- L_n světlost = vzdálenost vnitřních kříž nosných stěn $L_n = L - (2 \times 0,125)$
- q_k charakteristická hodnota rovnoměrného spojitého zatížení bez vlastní tíhy, sestávající ze stálého a užitného zatížení. Jde o zatížení, kterým lze konstruaci zatížit tak, aby vyhověla na mezní stavy únosnosti a použitelnosti. Podíl užitného zatížení činí 3,0 kN/m² s výjimkou maximálního zatížení 15,0 kN/m² kde je podíl užitného zatížení 5,0 kN/m².
- q_d návrhová hodnota zatížení bez vlastní tíhy, sestávající ze stálého zatížení ($g_d=1,35$) a užitného ($g_d=1,5$). Jde o zatížení, kterým lze konstruaci zatížit tak, aby vyhověla na mezní stavy únosnosti a použitelnosti.
- M_{ed} návrhová únosnost v ohybu jednoho nosníku
- V_{ed} návrhová únosnost ve smyku jednoho nosníku ve vzdálenosti d od konce uložení podle ČSN EN 1992-1-1 bod A.2.1.8)
- $f_{s,ed}$ součet průhybu od kvazi-stálého zatížení a od zmrštinění podle ČSN EN 1992-1-1
- f_a aktivní průhyb je rozdíl mezi celkovým průhybem w_t a průhybem w_a vzniklým po odstranění montážních podpor (viz. ČSN EN 15037-1 bod E.4.2.3.2)

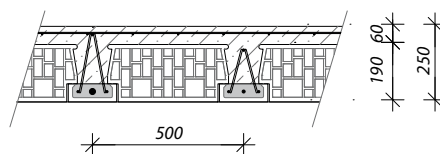
Poznámky:

Vzpětí nosníků je možno použít ve všech případech, maximální hodnota vzpětí je 1/350.
V tabulce je uvedeno, kdy je nutné vzpětí s ohledem na průhyb provést. Jeho hodnota je stanovena pro základní rozměr světlosti rozpětí nosníků (v modulové koordinaci 125 mm).
ČSN EN 15037-1 Betonové prefabrikáty-Stropní systémy z táhm a vložek-Část 1 :Třímy
ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1 Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Stropní konstrukce z nosníků HELUZ a cihelných vložek MIAKO 19/50 – výška h = 250 mm

navrženo podle ČSN EN 15037-1 a ČSN EN 1992-1-1

výška nadbetonávky	60 mm
min. uložení (koordináční modulový rozměr)	115 (125) mm
výztuž	B500A, B500B
beton příruby nosníku	C 25/30
beton monolitu	C 20/25



délka nosníku [m]	světlost L_n [m]	výztuž nosníku \emptyset spodní výztuže / diagonála / horní / výška příhrady	zatížení q_k [kN/m ²]	zatížení q_d [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	V_{Rd} [kN]	průhyb $f_{k,sh}$ [mm]	nutné vzepětí [mm]	průhyb po odpočtu vzepětí [mm]	limitní průhyb [mm]	aktivní průhyb [mm]	limitní aktivní průhyb [mm]	příčná výztuž desky [mm]	vzdálenost příčné výztuže [mm]	průměr nadpodpor. výztuže [mm]	vzdálenost nadpodpor. výztuže [mm]
1,50	1,25	2ø8 / 5/8/145	15,00	21,00	9,29	43,94	0,4		0,4	5,5	0,1	2,5	4	150	4	150
1,75	1,50	2ø8 / 5/8/145	15,00	21,00	9,30	43,94	0,6		0,6	6,5	0,2	3,0	4	150	4	150
2,00	1,75	2ø8 / 5/8/145	15,00	21,00	9,30	43,94	1,0		1,0	7,5	0,3	3,5	4	150	4	150
2,25	2,00	2ø8 / 5/8/145	15,00	21,00	9,30	43,94	1,4		1,4	8,5	0,5	4,0	4	150	4	150
2,50	2,25	2ø8 / 5/8/145	15,00	21,00	9,30	43,94	2,0		2,0	9,5	0,8	4,5	4	150	4	150
2,75	2,50	2ø8 / 5/8/145	11,70	16,25	9,30	43,94	2,7		2,7	10,5	1,3	5,0	4	150	4	150
3,00	2,75	2ø10 / 5/8/145	15,00	21,00	14,33	43,74	5,3		5,3	11,5	2,8	5,5	4	150	4	150
3,25	3,00	2ø10 / 5/8/145	13,10	18,14	14,33	43,74	7,6		7,6	12,5	3,1	6,0	4	150	4	150
3,50	3,25	2ø10 / 5/8/145	10,70	14,90	14,33	43,74	8,9		8,9	13,5	3,8	6,5	4	150	4	150
3,75	3,50	2ø10 / 5/8/145	8,70	12,20	14,33	43,74	10,1		10,1	14,5	4,7	7,0	4	150	4	150
4,00	3,75	2ø12 / 5/8/145	11,80	16,38	20,32	43,54	13,9		13,9	15,5	4,6	7,5	4	150	4	150
4,25	4,00	2ø12 / 5/8/145	9,90	13,82	20,32	43,54	15,5		15,5	16,5	5,3	8,0	4	150	4	150
4,50	4,25	2ø12+ø6 / 5/8/145	9,90	13,82	22,80	43,61	18,2	12,2	6,0	17,5	5,9	8,5	4	150	4	150
4,75	4,50	2ø12+ø8 / 5/8/145	9,50	13,28	24,68	43,62	20,9	12,9	8,0	18,5	6,8	9,0	4	150	4	125
5,00	4,75	2ø12+ø10 / 5/8/145	9,30	13,01	27,07	43,59	23,6	13,6	10,0	19,5	7,4	9,5	4	150	4	125
5,25	5,00	2ø12+ø12 / 5/8/145	9,30	13,01	29,94	43,54	26,8	14,3	12,5	20,5	8,3	10,0	4	150	4	100
5,50	5,25	2ø12+ø12 / 5/8/145	8,10	11,39	29,94	43,54	29,3	15,1	14,2	21,5	9,3	10,5	4	150	4	100
5,75	5,50	2ø12+ø12 / 5/8/145	7,00	9,90	29,94	43,54	31,7	15,8	15,9	22,5	10,4	11,0	4	150	4	100
6,00	5,75	2ø12+ø14 / 5/8/145	7,20	10,17	33,25	43,46	35,6	16,5	19,1	23,5	11,4	11,5	4	150	4	100
6,25	6,00	2ø12+ø14 / 5/8/145	5,80	8,28	33,25	43,46	36,6	17,2	19,4	24,5	12,0	12,0	4	150	4	100
6,50	6,25	2ø12+ø14 / 6/8/200	5,00	7,20	33,25	63,58	39,1	17,9	21,2	25,5	12,5	12,5	4	150	4	100
6,75	6,50	2ø12+ø16 / 6/8/200	4,80	6,93	36,99	63,42	41,4	18,6	22,8	26,5	13,0	13,0	4	150	4	100
7,00	6,75	2ø12+ø18 / 6/8/200	4,60	6,66	41,12	63,23	43,6	19,3	24,3	27,5	13,5	13,5	4	150	4	100
7,25	7,00	2ø12+ø18 / 6/8/200	4,00	5,85	41,12	63,23	46,4	20,1	26,3	28,5	13,9	14,0	4	150	4	100

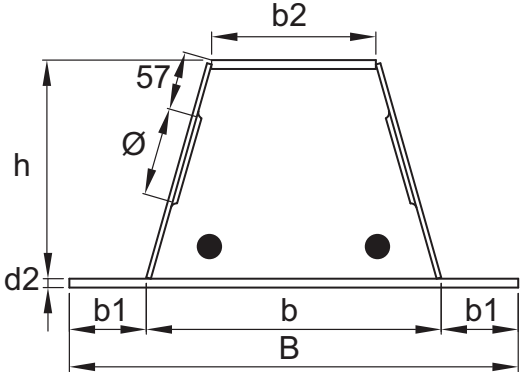
Legenda:

- L_n světlost = vzdálenost vnitřních lic nosných stěn $L_n = L - (2 \times 0,125)$
- q_k charakteristická hodnota rovnoměrného spojitého zatížení bez vlastní tíhy, sestávající ze stálého a užitného zatížení.
Jde o zatížení, kterým lze konstrukci zatížit tak, aby vyhověla na mezní stavy únosnosti a použitelnosti.
Podíl užitného zatížení činí 3,0 kN/m² s výjimkou maximálního zatížení 15,0 kN/m² kde je podíl užitného zatížení 5,0 kN/m².
- q_d návrhová hodnota zatížení bez vlastní tíhy, sestávající ze stálého zatížení ($g_s=1,35$) a užitného ($g_u=1,5$)
Jde o zatížení, kterým lze konstrukci zatížit tak, aby vyhověla na mezní stavy únosnosti a použitelnosti.
- M_{Rd} návrhová únosnost v ohybu jednoho nosníku
- V_{Rd} návrhová únosnost ve smyku jednoho nosníku ve vzdálenosti d od líce uložení podle ČSN EN 1992-1-1 bod. 6.2.1.(8)
- $f_{k,sh}$ součet průhybu od kvazi-stálého zatížení a od smršťování podle ČSN EN 1992-1-1
- f_s aktivní průhyb je rozdíl mezi celkovým průhybem w_t a průhybem w_a vzniklým po odstranění montážních podpor (viz. ČSN EN 15037-1 bod E.4.2.3.2)

Poznámky:

- Vzepětí nosníků je možno použít ve všech případech, maximální hodnota vzepětí je L/350.
- V tabulce je uvedeno, kdy je nutné vzepětí s ohledem na průhyb provést. Jeho hodnota je stanovena pro základní rozměr světlého rozpětí nosníků (v modulové koordinaci 125 mm).
- ČSN EN 15037-1 Betonové prefabrikáty-Stropní systémy z trámů a vložek-Část 1 : Trámy
- ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1 Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Table 1. Dimensions of Deltabeam [mm]

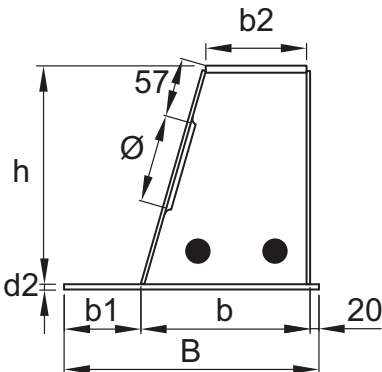


	b	B	b1*	b2	d2	h	Ø**
D20-200	395	97.5	100	5-25	200	80	
D20-300	495	97.5	180	5-25	200	80	
D20-400	660	130	278	5-25	200	80	
D22-300	495	97.5	170	5-25	220	80	
D22-400	660	130	270	5-25	220	80	
D25-300	495	97.5	155	5-25	250	150	
D25-400	660	130	255	5-25	250	150	
D26-300	495	97.5	148	5-25	265	150	
D26-400	660	130	245	5-25	265	150	
D30-300	495	97.5	130	5-25	300	150	
D30-400	660	130	230	5-25	300	150	
D32-300	495	97.5	110	5-25	320	150	
D32-400	660	130	210	5-25	320	150	
D37-400	660	130	180	5-25	370	150	
D37-500	760	130	278	5-25	370	150	
D40-400	660	130	180	5-25	400	150	
D40-500	760	130	278	5-25	400	150	
D50-500	760	130	230	5-25	500	150	
D50-600	860	130	330	5-25	500	150	

*standard size unless the customer otherwise defines (minimum 20 mm)

**c/c distribution for web holes is always 300mm

Table 2. Dimensions of edge beams [mm]



	b	B	b1*	b2	d2	h	Ø**
DR20-215	335	100	148	5-25	200	80	
DR20-245	365	100	180	5-25	200	80	
DR22-250	370	100	180	5-25	220	80	
DR25-260	380	100	180	5-25	250	150	
DR26-230	350	100	148	5-25	265	150	
DR26-260	380	100	180	5-25	265	150	
DR26-290	410	100	210	5-25	265	150	
DR26-325	445	100	245	5-25	265	150	
DR30-270	390	100	180	5-25	300	150	
DR32-250	370	100	148	5-25	320	150	
DR32-285	405	100	180	5-25	320	150	
DR32-310	430	100	210	5-25	320	150	
DR32-365	465	100	245	5-25	320	150	
DR37-325	475	130	210	5-25	370	150	
DR40-295	445	130	180	5-25	400	150	
DR50-350	500	130	210	5-25	500	150	

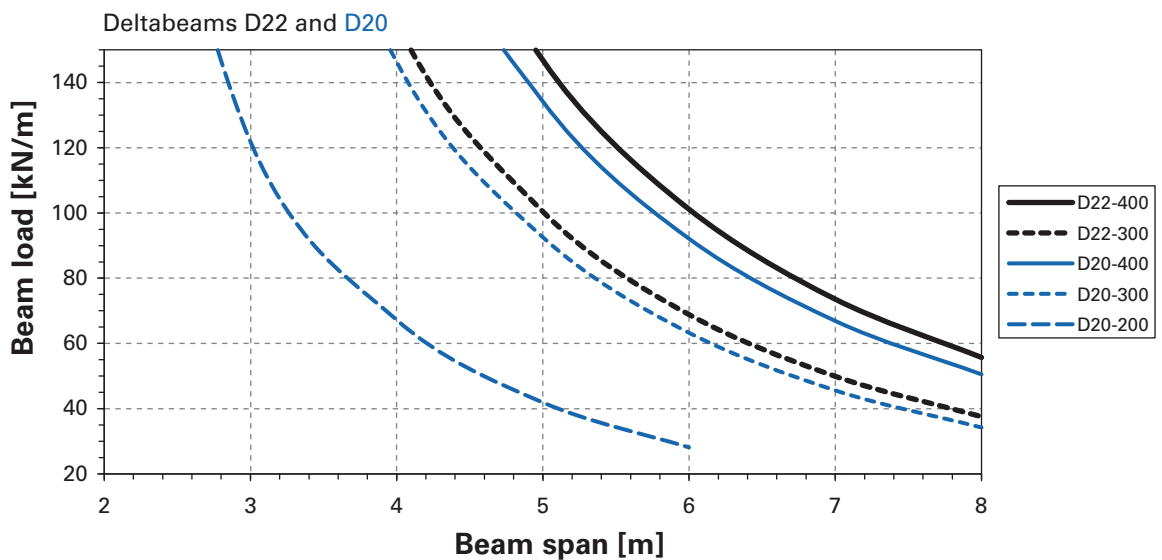
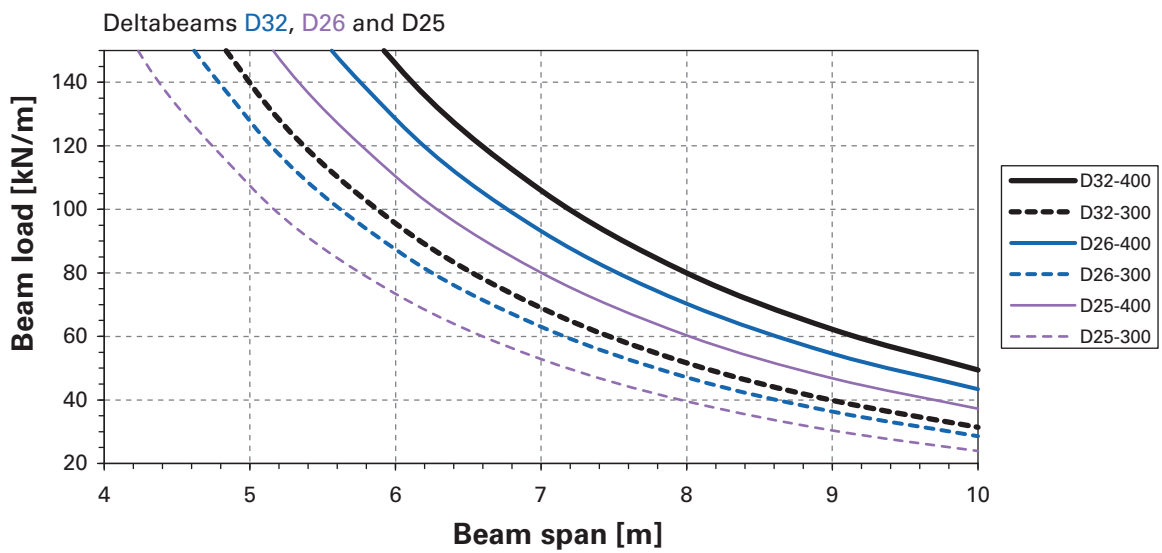
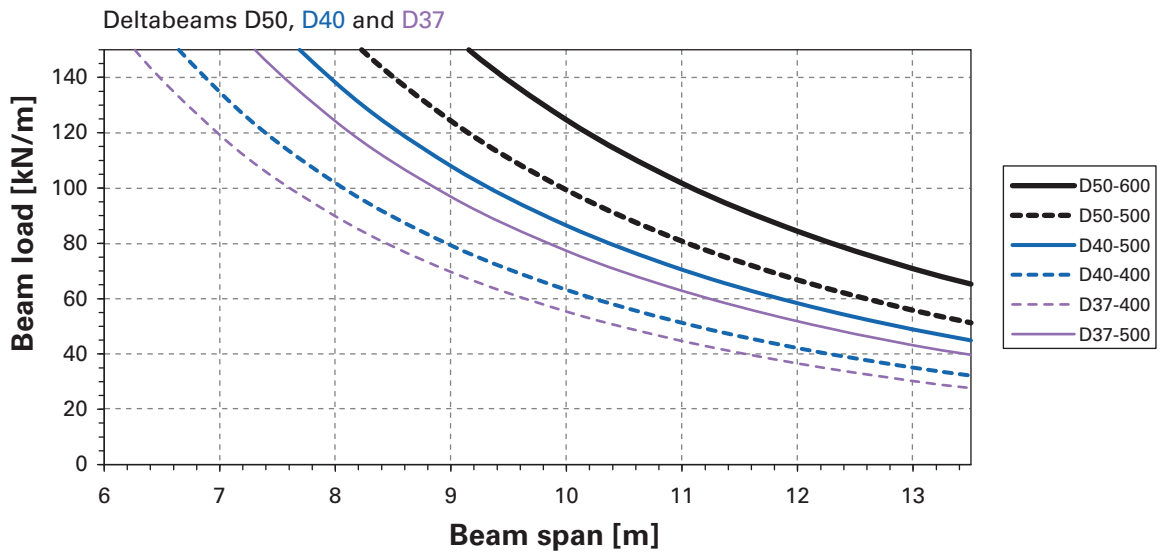
*standard size unless the customer otherwise defines (minimum 20 mm)

**c/c distribution for web holes is always 300mm

Beam's height and width can also be customized by customer within the maximum and minimum range in these tables. Minimum delivery for custom sizes is 200m.

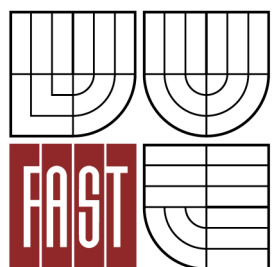
By using the special beams delivery time is longer and the price has to be checked because of the higher costs.

Note! Hollow-core slab and beam interaction requirements are not taken in bearing capacity values





VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

B2 - STATICKÝ VÝPOČET

ZATÁŽENIE

- STĚLE (SKLADBY JEDNOTLIVÝCH KOUŠŤ.)

510 - STREŠNÝ PLAŠŤ

POPIS VRSTVY	HMOTNOSŤ kg/m ²	TLAŽ' kJ/m ²
STREŠNÁ KETTILA BRAMAC	45,00	0,450
LÁTOVALNIE + KOUSTRALATY	19,00	0,190
HYDROIZOLAČNÉ VRSTVY	5,00	0,050
ZÁKLUP Z OSBS DOSEK HR. 22 mm	13,50	0,135
KOUSTRALATY	4,00	0,040
TEPELLNÁ IZOLÁCIA HR. 240 mm EPS	—	0,360
PABOTESNÁ VRSTVA GLASTEK 40	—	0,020
DREVENÉ PEGUENIE DOŠKY HR. 24 mm	17,00	0,170
NOŠNÁ KOUŠTRUKCIA + PODUČAD SDK	77,30	0,774
	Σ SPOLU	2,099

57 - STROP NAD 1. NP

POPIS VRSTVY	HMOTNOSŤ kg/m ²	TLAŽ' kJ/m ²
OMIETKA	20,00	0,200
ŠTROPNÝ SYSTÉM HELUŽ MIAKO	—	3,470
KROČAJOVÁ IZOLÁCIA ML. VLLA HR. 50 mm	—	0,125
MAZALNÁ BETÓNOVÁ HR. 50 mm	—	1,100
KERAMICKÁ DLAŽBA	22,00	0,220
	Σ SPOLU	5,115

• PREMENNÉ ZATÁŽENIE

1) UŽITOČNÉ (OBYTLÁ BUDOVA)

STROPLÁ KOLŠTRUKCIA $q_k = 2,000 \text{ kN/m}^2$

2) KLIMATICKÉ (SNEHOVÁ OBLASŤ III.)

LOKALITA \Rightarrow ISLAUSKO

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

- SKLON STRECHY $\alpha = 0^\circ \Rightarrow \mu = 0,8$

$$S = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

JEDNOTLIVÉ ZATÁŽOVACIE SCHEMÝ NA m'

1) ZATÁŽENIE STREŠNÝM PLOŠŤOM

$$q_{sik} = 2,099 \text{ kN/m}$$

$$q_{sik}^1 = \frac{q_{sik}}{\cos \alpha} = \frac{2,099}{\cos 0^\circ} = 2,120 \text{ kN/m}$$

- KROKVA DREVO C20 $\Rightarrow E_{mean} = 9500 \text{ MPa}$

$$\text{PROFIL } 120 \times 180 \Rightarrow I = \frac{1}{12} 120 \cdot 180^3 = 5,832 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

- K VÝPOČTU VŮTORŮCH SÍL RESP. REAKCIE

 R_b POUŽIJEM TROJMOMENTOVÚ ROVLICU

$$\Delta_{ab} = \Delta_{ba} = \frac{l_{ab}^3}{3EI} = \frac{1651^3}{3 \cdot 9500 \cdot 5,832 \cdot 10^7} = 9,9331 \cdot 10^{-10}$$

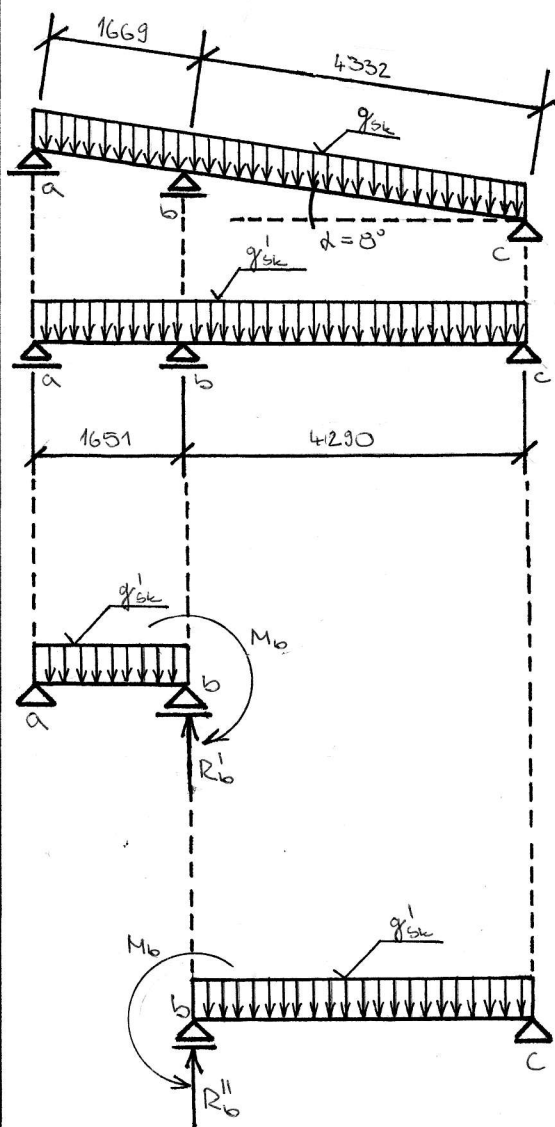
$$\Delta_{bc} = \Delta_{cb} = \frac{l_{bc}^3}{3EI} = \frac{4290^3}{3 \cdot 9500 \cdot 5,832 \cdot 10^7} = 2 \cdot 10^{-9}$$

$$\varphi_{ab} = \varphi_{ba} = \frac{q \cdot l_{ab}^3}{24EI} = \frac{2,120 \cdot 1651^3}{24 \cdot 9500 \cdot 5,832 \cdot 10^7} = 0,000718$$

$$\varphi_{bc} = \varphi_{cb} = \frac{q \cdot l_{bc}^3}{24EI} = \frac{2,120 \cdot 4290^3}{24 \cdot 9500 \cdot 5,832 \cdot 10^7} = 0,016448$$

TVAR TROJMOMENTOVEJ ROVLICE PRE „b“

$$M_a \beta_{ba} + M_b (\Delta_{ab} + \Delta_{bc}) + M_c \beta_{bc} + \varphi_{ba} + \varphi_{bc} = 0$$



PO ÚPRAVE DOSTALIEM TVAR

$$M_b (k_{ab} + k_{bc}) + Y_{ba} + Y_{bc} = 0$$

$$M_b (9,9331 \cdot 10^{-10} + 2 \cdot 10^{-9}) + 0,000716 + 0,016448 = 0$$

$$M_b = -5,735 \text{ kNm}$$

REAKCIA R_b^I

$$1,651 R_b^I = 1,651^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,120 + 5,735 \Rightarrow R_b^I = 5,223 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b^{II}

$$4,29 \cdot R_b^{II} = 4,29^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,120 + 5,735 \Rightarrow R_b^{II} = 6,194 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b

$$R_b = R_b^I + R_b^{II} = 5,223 + 6,194 = \underline{\underline{11,417 \text{ kN}}}$$

ZATÁŽENIE OD STRECHY NA PREKLAD

$$\underline{\underline{g_{sk} = 11,417 \text{ kN/m}}}$$

2) ZATÁŽENIE SLECHOM

$$s_k = 1,200 \text{ kN/m}$$

- KROKVA $E = 9500 \text{ MPa}$

$$I = 5,832 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

- HODNOTY k_{ab} a k_{bc} SÚ ROVAKÉ AKO V 1) SCHÉME

$$Y_{ab} = Y_{ba} = \frac{g l_{ab}^3}{24 E I} = \frac{1,2 \cdot 1,651^3}{24 \cdot 9500 \cdot 5,832 \cdot 10^7} = 0,000406$$

$$Y_{bc} = Y_{cb} = \frac{g l_{bc}^3}{24 E I} = \frac{1,2 \cdot 4,29^3}{24 \cdot 9500 \cdot 5,832 \cdot 10^7} = 0,009310$$

$$M_b \cdot (k_{ab} + k_{bc}) + Y_{ba} + Y_{bc} = 0$$

$$M_b (9,9331 \cdot 10^{-10} + 2 \cdot 10^{-9}) + 0,000406 + 0,009310 = 0$$

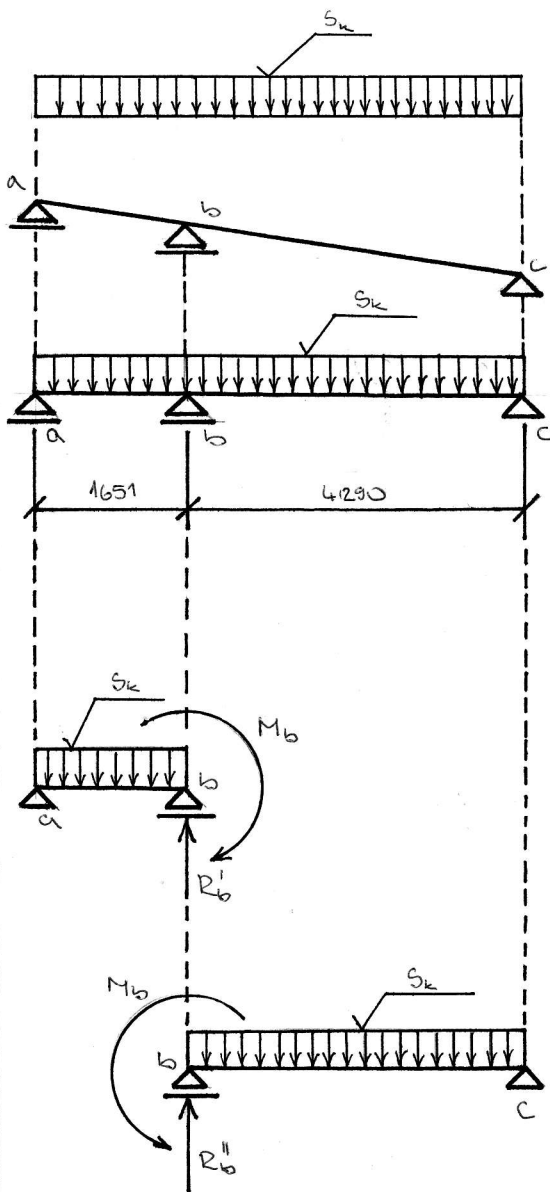
$$M_b = -3,245 \text{ kNm}$$

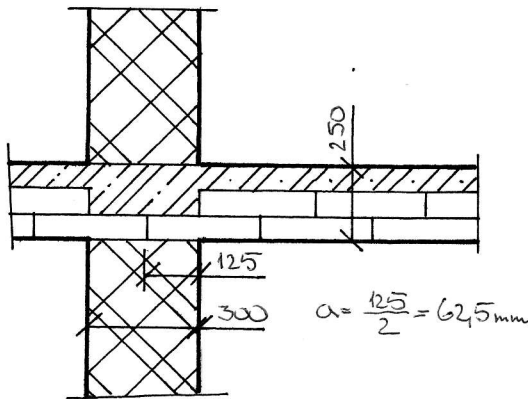
REAKCIA R_b^I

$$1,651 \cdot R_b^I = 1,651^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,2 + 3,245 \Rightarrow R_b^I = 2,956 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b^{II}

$$4,29 \cdot R_b^{II} = 4,29^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,2 + 3,245 \Rightarrow R_b^{II} = 3,506 \text{ kN}$$



REAKCIA R_b

$$R_b = R_b' + R_b'' = 2,956 + 3,506 = 6,462 \text{ kN}$$

ZATÁŽENIE OD SLEHU NA PREKLAD

$$s_k = 6,462 \text{ kN/m}$$

3, ZATÁŽENIE STROPOM LAD 1LP

$$q_{PK} = 5,115 \text{ kN/m}$$

BETÓN TRIEDY C 30/37 $\Rightarrow E = 32000 \text{ MPa}$

$$\text{PROFIL } 1000 \times 250 \Rightarrow I = \frac{1}{12} 1000 \cdot 250^3 = 1,3 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$\Delta_{ab} = \Delta_{ba} = \frac{l_{ab}^3}{3EI} = \frac{1688^3}{3 \cdot 32000 \cdot 1,3 \cdot 10^9} = 1,35 \cdot 10^{-11}$$

$$\Delta_{bc} = \Delta_{cb} = \frac{l_{bc}^3}{3EI} = \frac{4188^3}{3 \cdot 32000 \cdot 1,3 \cdot 10^9} = 3,36 \cdot 10^{-11}$$

$$\varphi_{ab} = \varphi_{ba} = \frac{q l_{ab}^3}{24EI} = \frac{5,115 \cdot 1688^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,3 \cdot 10^9} = 0,000025$$

$$\varphi_{bc} = \varphi_{cb} = \frac{q l_{bc}^3}{24EI} = \frac{5,115 \cdot 4188^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,3 \cdot 10^9} = 0,000376$$

$$M_b (\Delta_{ab} + \Delta_{bc}) + \varphi_{ba} + \varphi_{bc} = 0$$

$$M_b (1,35 \cdot 10^{-11} + 3,36 \cdot 10^{-11}) + 0,000025 + 0,000376 = 0$$

$$M_b = 8,514 \text{ kNm}$$

REAKCIA R_b'

$$1,688 \cdot R_b' = 1,688^2 \cdot \frac{1}{2} 5,115 + 8,514 \Rightarrow R_b' = 9,361 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b''

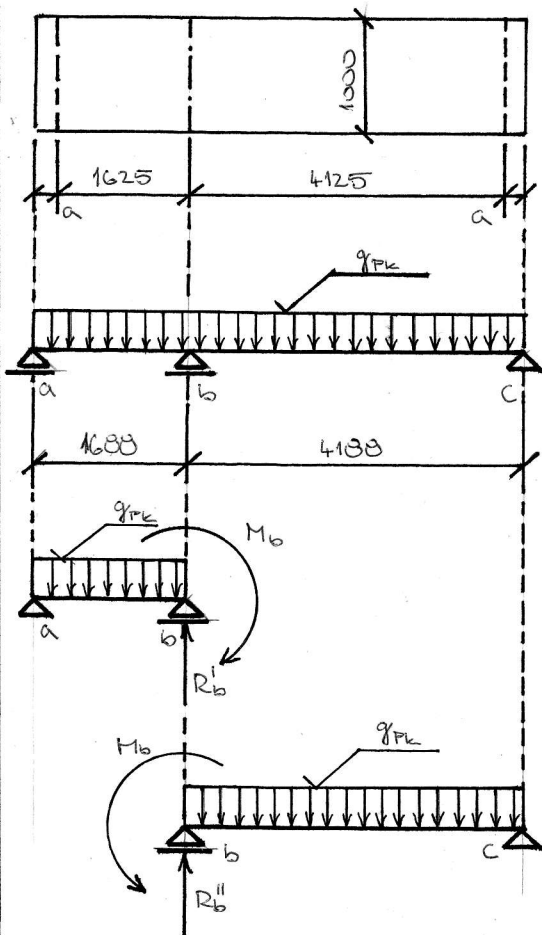
$$4,188 \cdot R_b'' = 4,188^2 \cdot \frac{1}{2} 5,115 + 8,514 \Rightarrow R_b'' = 12,744 \text{ kN}$$

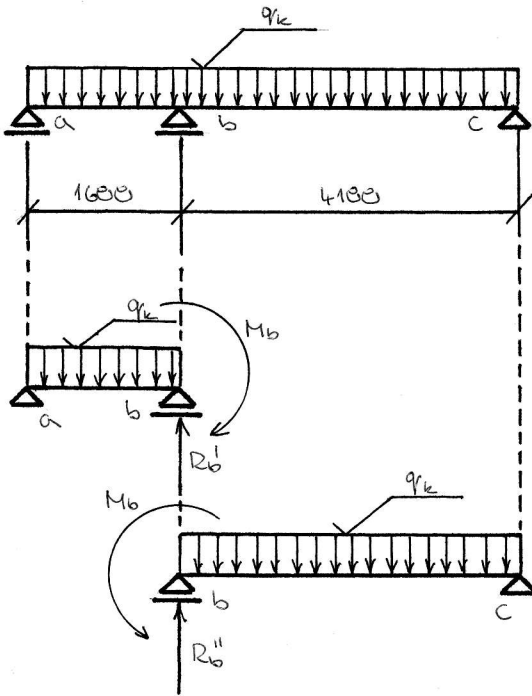
REAKCIA R_b

$$R_b = R_b' + R_b'' = 9,361 + 12,744 = 22,105 \text{ kN}$$

ZATÁŽENIE OD STROPU NA PREKLAD

$$q_{PK} = 22,105 \text{ kN/m}$$





4) UŽITOČNÉ ZATAŽENIE

$$q_k = 2,000 \text{ kN/m}$$

$$E = 32\,000 \text{ MPa} \quad I = 1,3 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

Δ_{ab} a Δ_{bc} SÚ ROVNAKÉ AWO V SCHĚME 3.

$$\varphi_{ab} = \varphi_{ba} = \frac{q l_{ab}^3}{24 \cdot E I} = \frac{2,000 \cdot 1600^3}{24 \cdot 32\,000 \cdot 1,3 \cdot 10^9} = 0,000010$$

$$\varphi_{bc} = \varphi_{cb} = \frac{q l_{bc}^3}{24 \cdot E I} = \frac{2,000 \cdot 4100^3}{24 \cdot 32\,000 \cdot 1,3 \cdot 10^9} = 0,000147$$

$$M_b (\Delta_{ab} + \Delta_{bc}) + \varphi_{ba} + \varphi_{bc} = 0$$

$$M_b (1,35 \cdot 10^{-11} + 3,36 \cdot 10^{-11}) + 0,000010 + 0,000147 = 0$$

$$M_b = 3,333 \text{ kNm}$$

REAKCIA R_b'

$$1,600 \cdot R_b' = 1,600^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,000 + 3,333 \Rightarrow R_b' = 3,663 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b''

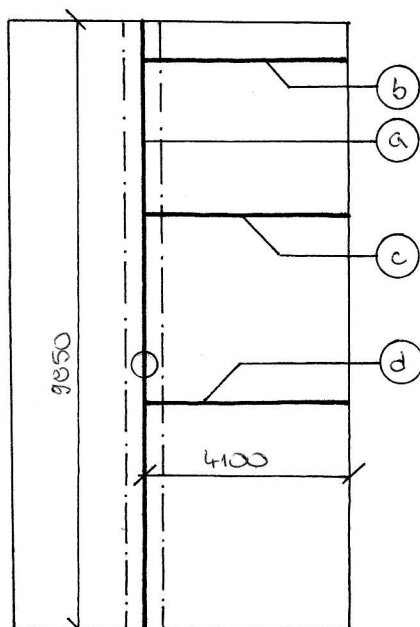
$$4,100 \cdot R_b'' = 4,100^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,000 + 3,333 \Rightarrow R_b'' = 4,904 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b

$$R_b = R_b' + R_b'' = 3,663 + 4,904 = 8,647 \text{ kN}$$

ZATAŽENIE NA PREKLAD

$$\underline{q = 0,647 \text{ kN/m}}$$



5) ZATAŽENIE OD PRIEČOK

- PRIEČKA (a) HR. 150 mm

$$\text{OBJEM MURIVA: } 9,05 \cdot 0,15 \cdot 2,45 = 3,620 \text{ m}^3$$

$$\text{OBJEM VETCA: } 9,05 \cdot 0,15 \cdot 0,25 = 0,369 \text{ m}^3$$

$$\text{OBJEM VÄZVICE: } 9,05 \cdot 0,15 \cdot 0,14 = 0,207 \text{ m}^3$$

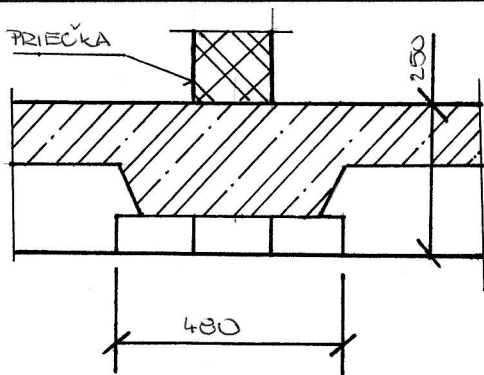
$$\text{TIAŽ MURIVA: } 3,620 \cdot 7,5 = 27,150 \text{ kN}$$

$$\text{TIAŽ VETCA: } 0,369 \cdot 25 = 9,225 \text{ kN}$$

$$\text{TIAŽ VÄZVICE: } 0,207 \cdot 4,5 = \underline{0,932 \text{ kN}}$$

$$\Sigma 37,307 \text{ kN}$$

$$\text{ZATAŽENIE m}^1: 37,307 / 9,05 = \underline{3,780 \text{ kN/m}}$$



$$I = \frac{1}{12} 480 \cdot 250^3 = 6,25 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$E = 32\,000 \text{ MPa}$$

- PRIEČKA (b) HR. 150 mm

$$\text{OBJEM MURIVA : } 4,100 \cdot 0,15 \cdot 2,5 = 1,538 \text{ m}^3$$

$$\text{OBJEM VETVA : } 4,1 \cdot 0,15 \cdot 0,25 = 0,154 \text{ m}^3$$

$$\text{TIAŽ MURIVA : } 1,538 \cdot 7,5 = 11,535 \text{ kN}$$

$$\text{TIAŽ VETVA : } 0,154 \cdot 25 = \underline{3,850 \text{ kN}}$$

$$\Sigma 15,385 \text{ kN}$$

$$\text{ZAŤAŽENIE m': } 15,385 / 4,1 = 3,752 \text{ kN/m}$$

$$\Delta_{ab} = \frac{l_{ab}}{3EI} = \frac{1600}{3 \cdot 32000 \cdot 6,25 \cdot 10^8} = 2,813 \cdot 10^{-11}$$

$$\Delta_{bc} = \frac{l_{bc}}{3EI} = \frac{4100}{3 \cdot 32000 \cdot 6,25 \cdot 10^8} = 6,98 \cdot 10^{-11}$$

$$\varphi_{bc} = \frac{q l_{bc}^3}{24EI} = \frac{3,752 \cdot 4100^3}{24 \cdot 32000 \cdot 6,25 \cdot 10^8} = 0,000574$$

$$M_b (\Delta_{ab} + \Delta_{bc}) + \varphi_{bc} = 0$$

$$M_b (2,813 \cdot 10^{-11} + 6,98 \cdot 10^{-11}) + 0,000574 = 0$$

$$M_b = 5,061$$

REAKCIA R_b^I

$$1,600 \cdot R_b^I = 5,061 \Rightarrow R_b^I = 3,163 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b^{II}

$$4,100 \cdot R_b^{II} = 4,100^2 \cdot \frac{1}{2} 3,752 + 5,061 \Rightarrow R_b^{II} = 9,256 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b

$$R_b = R_b^I + R_b^{II} = 3,163 + 9,256 = 12,419 \text{ kN}$$

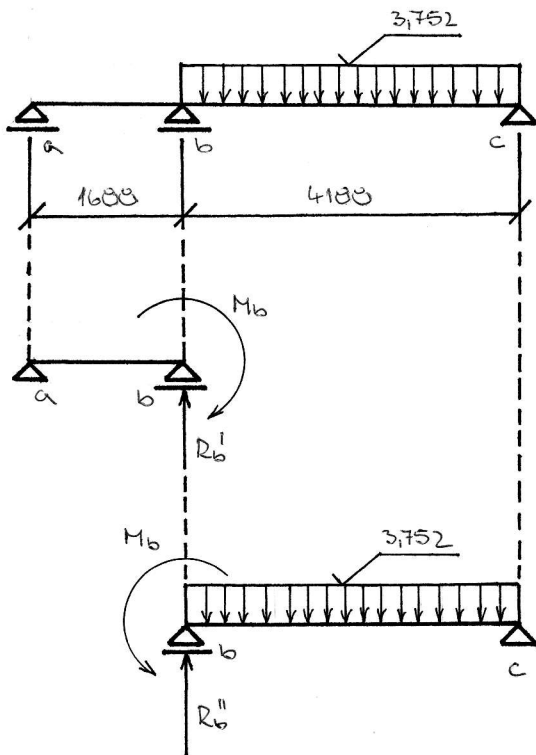
ZAŤAŽENIE BODOVE NA PREKLAD

$$\underline{F_1 = 12,419 \text{ kN}}$$

- PRIEČKA (c) HR. 150 mm

- ROVNAKÉ AKO V PRIPADE PRIEČKY b

$$\underline{F_2 = 12,419 \text{ kN}}$$



- PRIEČKA (d) HR. 115 mm

$$\text{OBJEM MURIVA : } 4,1 \cdot 0,115 \cdot 2,5 = 1,179 \text{ m}^3$$

$$\text{OBJEM VEŤCA : } 4,1 \cdot 0,115 \cdot 0,25 = 0,118 \text{ m}^3$$

$$\text{TIAŽ MURIVA : } 1,179 \cdot 8,0 = 9,432 \text{ kN}$$

$$\text{TIAŽ VEŤCA : } 0,118 \cdot 25 = \underline{2,950 \text{ kN}}$$

$$12,382 \text{ kN}$$

$$\text{ZATÁŽENIE m}^{-1} : 12,382 / 4,1 = 3,020 \text{ kN/m}$$

λ_{ab} A λ_{bc} ROVLANĚ AKO PRI PRIEČKE b A C.

$$\varphi_{bc} = \frac{g \cdot l_a^3}{24 \cdot EI} = \frac{3,020 \cdot 4,188^3}{24 \cdot 32000 \cdot 6,25 \cdot 10^8} = 0,000462$$

$$M_b (\lambda_{ab} + \lambda_{bc}) + \varphi_{bc} = 0$$

$$M_b (2,815 \cdot 10^{-11} + 6,98 \cdot 10^{-11}) + 0,000462 = 0$$

$$M_b = 4,719 \text{ kNm}$$

REAKCIA R_b'

$$1,600 \cdot R_b' = 4,719 \Rightarrow R_b' = 2,949 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b''

$$4,188 \cdot R_b'' = 4,188^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3,020 + 4,719 \Rightarrow R_b'' = 7,451 \text{ kN}$$

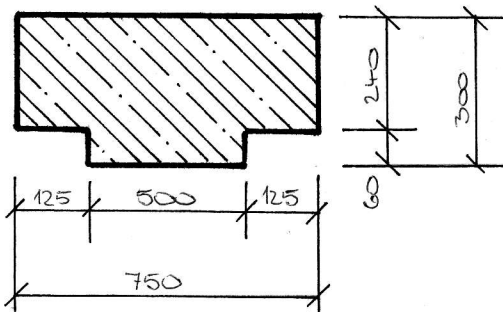
REAKCIA R_b

$$R_b = R_b' + R_b'' = 2,949 + 7,451 = 10,400 \text{ kN}$$

ZATÁŽENIE BODOVÉ NA PREKLAD

$$\underline{\underline{F_3 = 10,247 \text{ kN}}}$$

PRIEREZ PREKLADU



6) VLASTNÁ TIAŽ PREKLADU

$$A = 0,175 \cdot 0,3 - 2 \cdot 0,125 \cdot 0,06 = 0,21 \text{ m}^2$$

$$\text{TIAŽ PRVNU : } 0,21 \cdot 25 = 5,250 \text{ kN/m}$$

VLASTNÁ TIAŽ

$$\underline{\underline{g_k = 5,250 \text{ kN/m}}}$$

SUMARIZÁCIA ZATÁŽENÍ

[kN/m]

POPIS ZATÁŽENIA	CHARAKTE- -RISTICKÁ HODNOTA	ŠÚČU.	VÝPOČTOVÁ HODNOTA
VLASTNÁ TIAŽ PREKLADU	5,250	1,35	7,088
STROP AKA 1NP	22,105	1,35	29,842
NOSNÁ STELA NA PREKLADĚ	3,788	1,35	5,114
PRIEČKA b; F_1 [kN]	12,728	1,35	17,183
PRIEČKA c; F_2 [kN]	12,728	1,35	17,183
PRIEČKA d; F_3 [kN]	10,247	1,35	13,829
STREŠNÝ PLOŠT	11,417	1,35	15,413
UŽITOČNÉ ZATÁŽENIE	8,647	1,50	12,971
SNEHOVÉ ZATÁŽENIE	6,462	1,50 · 0,95	4,847

- SPOJITÉ ZATÁŽENIE NA NOSNÍK

$$g = 7,088 + 29,842 + 5,114 + 15,413 = 57,457 \text{ kN/m}$$

$$q = 12,971 + 4,847 = 17,818 \text{ kN/m}$$

$$q_1 = 12,971 \quad s = 4,847 \text{ [kN/m]}$$

ZATÁŽOVACIE STAVY

I. KOMBINÁCIA PRE MAXIMÁLNY MOMENT

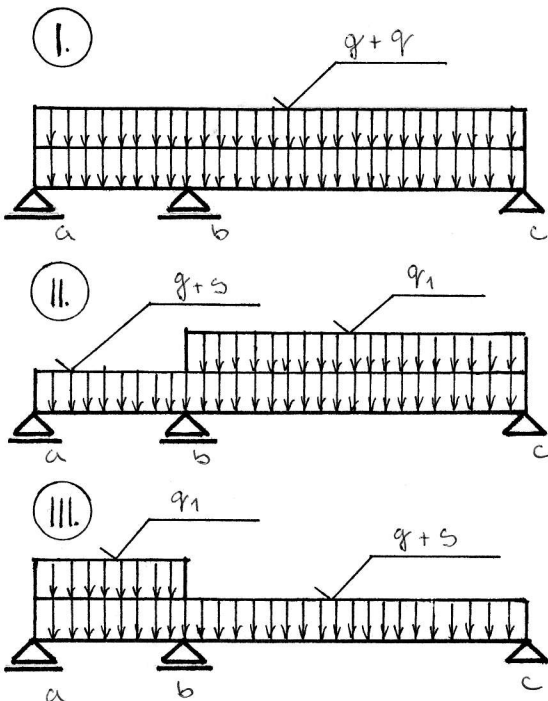
AKO PODPOROU b

II. KOMBINÁCIA PRE MAXIMÁLNY MOMENT

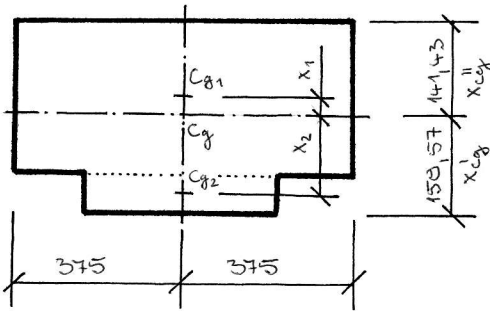
V POLI bc

III. KOMBINÁCIA PRE MAXIMÁLNY MOMENT

V POLI ab



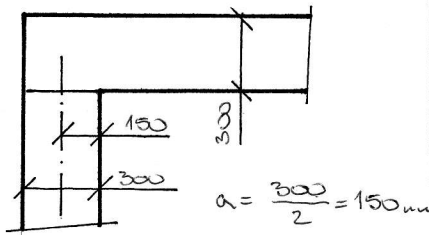
PRÍEREZ



$$x_1 = 141,43 - 120 = 21,43 \text{ mm}$$

$$x_2 = 153,57 - 30 = 123,57 \text{ mm}$$

TEORETICKE PODPERY



ZATÁŽOVACIE STAVY - VLÚTORNÉ SILY

- MATERIÁLOVÉ A PRÍEREZOVÉ CHARAKTERISTIKY

BETÓN C 30/37 $\Rightarrow E = 32000 \text{ MPa}$

- POLOHA ŤAŽISKA

$$x_{cg}' = \frac{500 \cdot 60 \cdot 30 + 750 \cdot 240 \cdot 180}{500 \cdot 60 + 750 \cdot 240} = 153,57 \text{ mm}$$

$$x_{cg}'' = 300 - x_{cg}' = 300 - 153,57 = 141,43 \text{ mm}$$

- MOMENT ZOTRVAČNOSTI I_y

$$I_y = \frac{1}{12} 500 \cdot 60^3 + 500 \cdot 60 \cdot 123,57^2 + \frac{1}{12} 750 \cdot 240^3 + 750 \cdot 240 \cdot 21,43^2 = 1,452 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

- ROZPÄTIE JEDNOTLIVÝCH POLÍ

$$l_{ab} = a + l_{abn} = 150 + 4310 = 4460 \text{ mm}$$

$$l_{bc} = l_{bcn} + a = 5540 + 150 = 5690 \text{ mm}$$

• ZATÁŽOVACÍ STAV I

POMOCU TROJHOMETROVEJ ROVNICE VYPOČÍTAM

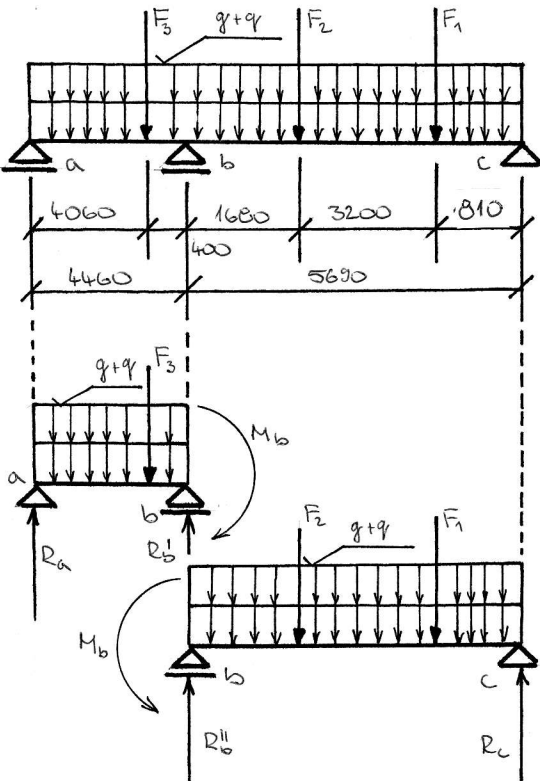
MOMENT VAD PODPOROU b

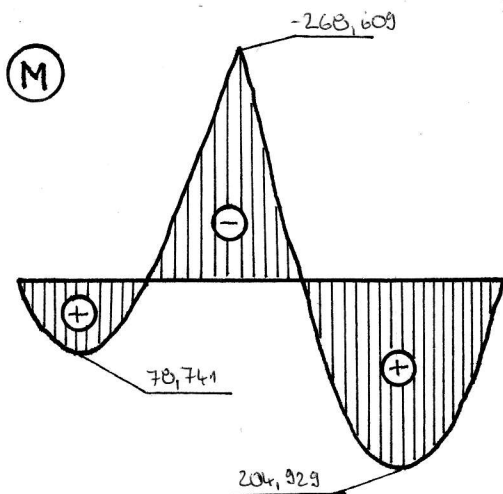
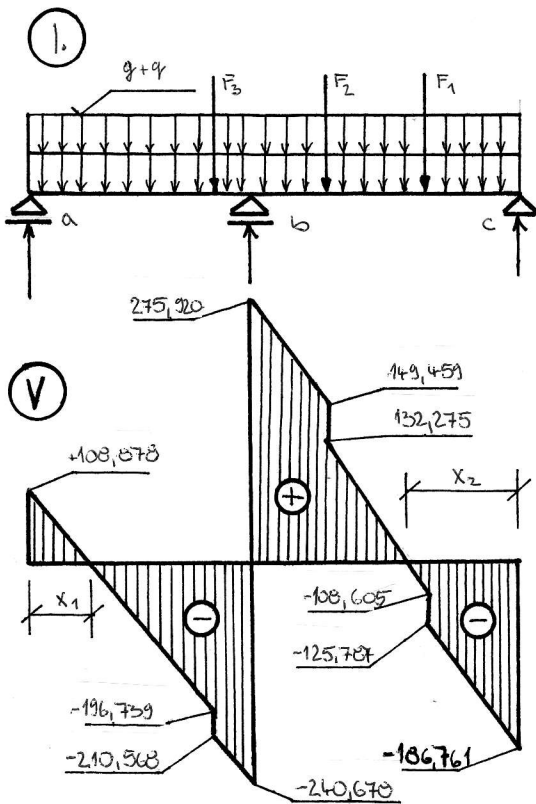
$$\chi_{ba} = \frac{l_{ab}}{3EI} = \frac{4460}{3 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9} = 3,204 \cdot 10^{-11}$$

$$\chi_{bc} = \frac{l_{bc}}{3EI} = \frac{5690}{3 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9} = 4,088 \cdot 10^{-11}$$

$$\begin{aligned} \varphi_{ba} &= \frac{(g+q) l_{ab}^3}{24EI} + \frac{F_3 \cdot a \cdot b}{6EI l_{ab}} (l_{ab} + a) = \\ &= \frac{(57,457 + 17,818) \cdot 4460^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9} + \frac{17829 \cdot 4060 \cdot 400}{6 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9 \cdot 4460} \cdot (4460 + 4060) = 0,006150 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi_{bc} &= \frac{(g+q) l_{bc}^3}{24EI} + \frac{F_2 \cdot a \cdot b}{6EI l_{bc}} (l_{bc} + b) + \frac{F_1 \cdot a \cdot b}{6EI l_{bc}} (l_{bc} + b) = \\ &= \frac{(57,457 + 17,818) \cdot 5690^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9} + \frac{17829 \cdot 1680 \cdot 4010}{6 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9 \cdot 5690} \cdot (5690 + 4010) + \frac{17829 \cdot 4880 \cdot 810}{6 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9 \cdot 5690} \cdot (5690 + 810) = 0,013437 \end{aligned}$$





$$M_b (k_{ba} + k_{bc}) + Y_{ba} + Y_{bc} = 0$$

$$M_b (3,204 \cdot 10^{-11} + 4,088 \cdot 10^{-11}) + 0,006150 + 0,013437 = 0$$

$$M_b = 268,609 \text{ kNm}$$

REAKCIA R_b'

$$4,46 \cdot R_b' = 4,460^2 \cdot \frac{1}{2} (57,457 + 17,810) + 4,06 \cdot 13,829 + 268,609$$

$$R_b' = 240,678 \text{ kN}$$

REAKCIA R_a

$$R_a = 4,460 \cdot (57,457 + 17,810) + 13,829 - R_b'$$

$$R_a = 108,878 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b''

$$5,69 \cdot R_b'' = 5,69^2 \cdot \frac{1}{2} (57,457 + 17,810) + 0,81 \cdot 17,183 + 4,01 \cdot 17,183 + 268,609$$

$$R_b'' = 275,920 \text{ kN}$$

REAKCIA R_c

$$R_c = 5,69 \cdot (57,457 + 17,810) + 2 \cdot 17,183 - R_b''$$

$$R_c = 186,761 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b

$$R_b = R_b' + R_b'' = 240,678 + 275,920 = 516,598 \text{ kN}$$

POĻUVA MAXIMĀLĀLUJ MOMENTU

$$x_1 = \frac{108,878 \cdot 4,06}{108,878 + 136,759} = 1,446 \text{ m}$$

$$x_2 = \left(3,2 - \frac{132,275 \cdot 3,2}{132,275 + 108,605} \right) + 0,81 = 2,252 \text{ m}$$

MAXIMĀLĀJ MOMENT V POĻI ab

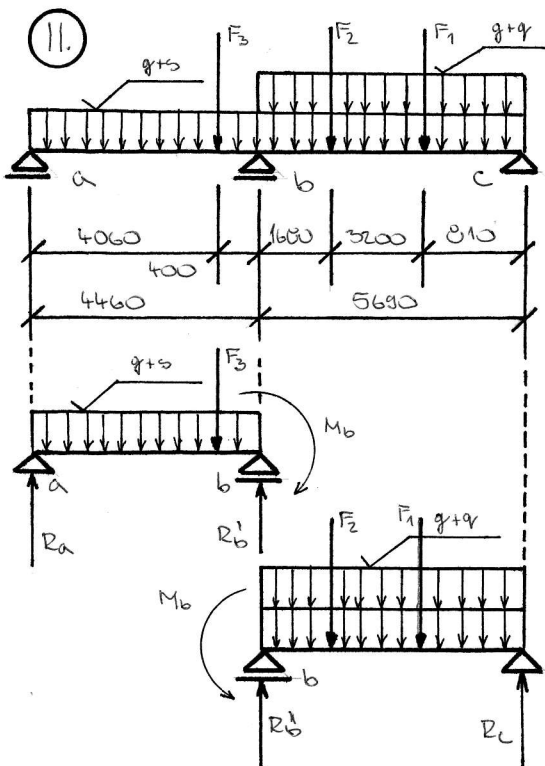
$$M_{ab \max} = R_a \cdot x_1 - x_1^2 \cdot \frac{1}{2} (q + q) = 108,878 \cdot 1,446 - 1,446^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot (57,457 + 17,810) \Rightarrow M_{ab \max} = 78,741 \text{ kNm}$$

MAXIMĀLĀJ MOMENT V POĻI bc

$$M_{bc} = R_c \cdot x_2 - x_2^2 \cdot \frac{1}{2} (q + q) - F_1 \cdot (x_2 - 0,81)$$

$$M_{bc \max} = 186,761 \cdot 2,252 - 2,252^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 75,275 - 17,183 \cdot 1,442$$

$$M_{bc \max} = 204,929 \text{ kNm}$$



• ZATAŽOVACÍ STAV II

$$\alpha_{ba} = 3,204 \cdot 10^{-11} \quad \alpha_{bc} = 4,033 \cdot 10^{-11}$$

$$\varphi_{bc} = 0,013437 \text{ (ROVNAKO AKO I STAV)}$$

$$\varphi_{ba} = \frac{(q+s) \cdot l_{ab}^3}{24 EI} + \frac{F_3 \cdot a \cdot b}{6 EI \cdot l_{ab}} (l_{ab} + a) =$$

$$= \frac{(57,457 + 4,847) \cdot 4460^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9} + \frac{13,829 \cdot 4060 \cdot 400}{6 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9 \cdot 4460}$$

$$\cdot (4460 + 4060) = 0,005113$$

$$M_b (\alpha_{ba} + \alpha_{bc}) + \varphi_{ba} + \varphi_{bc} = 0$$

$$M_b (3,204 \cdot 10^{-11} + 4,033 \cdot 10^{-11}) + 0,005113 + 0,013437 = 0$$

$$M_b = 254,457 \text{ kNm}$$

REAKCIA R'_b

$$4,46 \cdot R'_b = 4,46^2 \cdot \frac{1}{2} (57,457 + 4,847) + 4,06 \cdot 13,829 + 254,457$$

$$R'_b = 208,580 \text{ kN}$$

REAKCIA R_a

$$R_a = 4,46 \cdot (57,457 + 4,847) + 13,829 - R'_b$$

$$R_a = 83,125 \text{ kN}$$

REAKCIA R''_b

$$5,69 \cdot R''_b = 5,69^2 \cdot \frac{1}{2} (57,457 + 17,810) + 0,81 \cdot 17,183 +$$

$$+ 4,01 \cdot 17,183 + 254,457$$

$$R''_b = 273,433 \text{ kN}$$

REAKCIA R_c

$$R_c = 5,69 \cdot (57,457 + 17,810) + 2 \cdot 17,183 - R''_b$$

$$R_c = 189,250 \text{ kN}$$

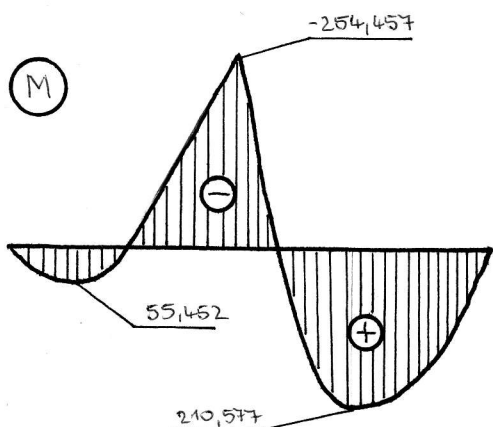
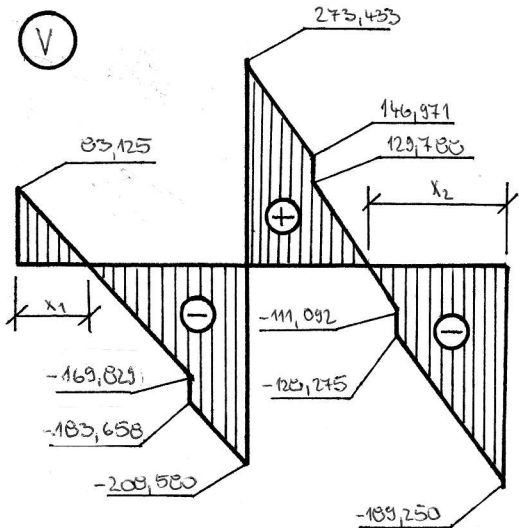
REAKCIA R_b

$$R_b = R'_b + R''_b = 208,580 + 273,433 = 482,013 \text{ kN}$$

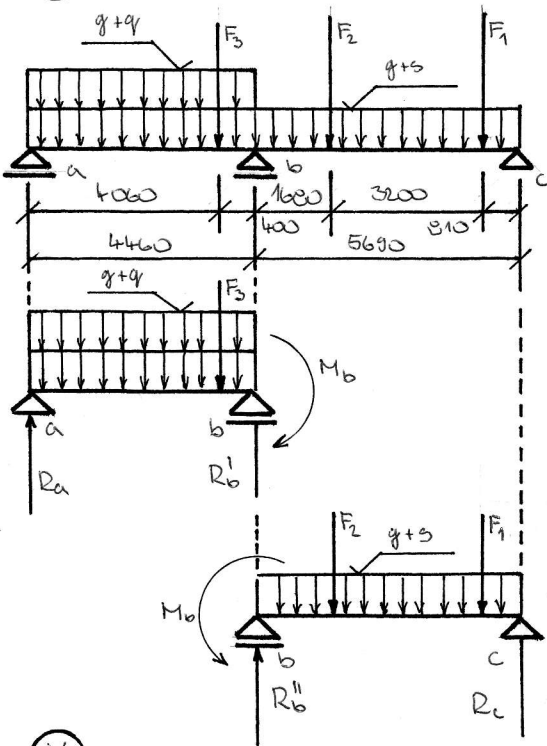
POLOHA MAXIMÁLNEHO MOMENTU

$$x_1 = \frac{83,125 \cdot 4,06}{83,125 + 169,829} = 1,334 \text{ m}$$

$$x_2 = \left(3,2 - \frac{129,783 \cdot 3,2}{-129,783 + 111,092} \right) + 0,81 = 2,285 \text{ m}$$



III.



MAXIMÁLNY MOMENT V POLI ab

$$M_{ab\max} = R_a \cdot x_1 - x_1^2 \cdot (g+s) \cdot \frac{1}{2} = 33,125 \cdot 1,334 - 1,334^2 \cdot (57,457 + 4,847) \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$M_{ab\max} = 55,452 \text{ kNm}$$

MAXIMÁLNY MOMENT V POLI bc

$$M_{bc\max} = R_c \cdot x_2 - x_2^2 \cdot \frac{1}{2} (g+q) - F_1 \cdot (x_2 - 0,81)$$

$$M_{bc\max} = 189,250 \cdot 2,285 - 2,285^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 75,275 - 17,183 \cdot 1,475$$

$$M_{bc\max} = 210,577 \text{ kNm}$$

• ZATAŽOVACÍ STAV III

$$\delta_{ba} = 3,204 \cdot 10^{-11} \quad \delta_{bc} = 4,088 \cdot 10^{-11}$$

$$Y_{ba} = 0,006150 \text{ (ROVNAHO AKO I STAV)}$$

$$Y_{bc} = \frac{(g+s) \cdot l_{bc}^3}{24 \cdot EI} + \frac{F_2 \cdot a \cdot b}{6EI \cdot l_{bc}} (l_{bc} + b) + \frac{F_1 \cdot a \cdot b}{6EI \cdot l_{bc}} (l_{bc} + b)$$

$$= \frac{(57,457 + 4,847) \cdot 5690^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9} + \frac{17,183 \cdot 1600 \cdot 4010}{6 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9 \cdot 5690}$$

$$\cdot (5690 + 4010) + \frac{17,183 \cdot 4800 \cdot 810}{6 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9 \cdot 5690} (5690 + 810)$$

$$= 0,011294$$

$$M_b (\delta_{ba} + \delta_{bc}) + Y_{ba} + Y_{bc} = 0$$

$$M_b (3,204 \cdot 10^{-11} + 4,088 \cdot 10^{-11}) + 0,006150 + 0,011294 = 0$$

$$M_b = 239,221 \text{ kNm}$$

REAKCIA R_b'

$$4,46 \cdot R_b' = 4,46^2 \cdot \frac{1}{2} (57,457 + 17,818) + 4,06 \cdot 17,829 + 239,221$$

$$R_b' = 234,089 \text{ kN}$$

REAKCIA R_a

$$R_a = 4,46 \cdot (57,457 + 17,818) + 13,829 - R_b'$$

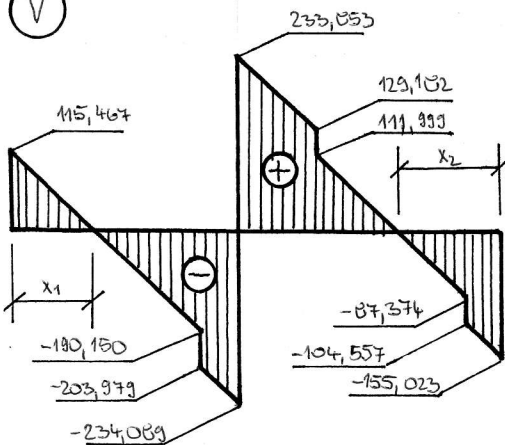
$$R_a = 115,467 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b''

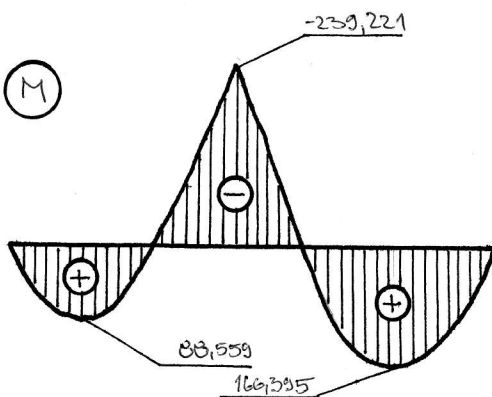
$$5,65 \cdot R_b'' = 5,65^2 \cdot (57,457 + 4,847) \cdot \frac{1}{2} + 0,81 \cdot 17,183 + 4,01 \cdot 17,183 + 239,221$$

$$R_b'' = 233,853$$

V



M



REAKCIA R_c

$$R_c = 5,69 \cdot (57,457 + 4,847) + 2 \cdot 17,183 - R_b''$$

$$R_c = 155,023 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b

$$R_b = R_b' + R_b'' = 234,089 + 233,853 = 467,942 \text{ kN}$$

POLoha MAXIMÁLNEHO MOMENTU

$$x_1 = \frac{115,467 \cdot 4,06}{115,467 + 180,150} = 1,534 \text{ m}$$

$$x_2 = \left(3,2 - \frac{11,999 \cdot 3,2}{11,999 + 87,574} \right) + 0,81 = 2,212 \text{ m}$$

MAXIMÁLNY MOMENT V POLI a b

$$M_{ab \max} = R_a \cdot x_1 - x_1^2 \cdot \frac{1}{2} (q + q) = 115,467 \cdot 1,534 - 1,534^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot (57,457 + 17,810)$$

$$M_{ab \max} = 88,559 \text{ kNm}$$

MAXIMÁLNY MOMENT V POLI b c

$$M_{bc \max} = R_c \cdot x_2 - x_2^2 \cdot \frac{1}{2} (q + s) - F_1 \cdot (x_2 - 0,81)$$

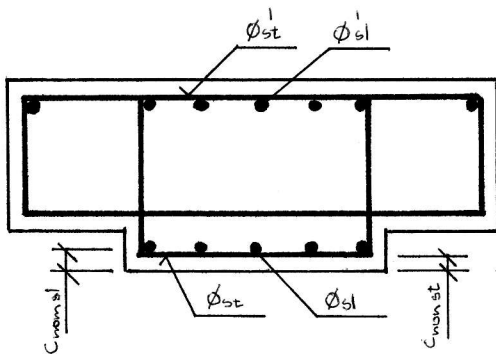
$$M_{bc \max} = 155,023 \cdot 2,212 - 2,212^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot (57,457 + 4,847) - 17,183 \cdot (2,212 - 0,81)$$

$$M_{bc \max} = 166,395 \text{ kNm}$$

TABUĽKA VŮTORNÝ SÍL

ZATIAŽOVACÍ STAV	PODPERA a		POLE a b		PODPERA b		POLE b c		PODPERA c	
	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
	I.	—	109	79	—	269	276	205	—	—
II.	—	84	56	—	255	274	211	—	—	190
III.	—	116	89	—	240	235	167	—	—	155

JEDNOTLIVÉ HODNOTY SÚ ZAKRÚHLENE NA CELE ČÍSLA V kN RESP. kNm.



DIMENZOVANIE VÝSTUŽE PREKLADU NA 04Y3

• KRYTIE

- STUPEŇ VPLYVU PROSTREDIA XC1
- PREDPOKLAD VÝSTUŽE

$$\phi_{st} = \phi_{st}^1 = 8 \text{ mm}$$

$$\phi_{sl} = 16 \text{ mm v POLI ab}$$

$$\phi_{sl} = 25 \text{ mm v POLI bc}$$

$$\phi_{sl}^1 = 25 \text{ mm NAD PODPOROU b}$$

- NOMINÁLNÁ HODNOTA KRYTIA $c_{nom sl}$

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

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

$$c_{min, d} = 25 \text{ mm} \quad d_{g, max} = 16 \text{ mm}$$

ŽIVOTNOSŤ 50 ROKOV, SPLEEĽÁ PEVNOSTIÁ
TRIEDA PRE DAJÉ PROSTREDIE

$$\Rightarrow \text{TRIEDA KONŠTRUKCIE S3} \Rightarrow c_{min, dur} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \max \left\{ 25; 10 + 0 - 0 - 0; 10 \right\}$$

$$c_{min} = 25 \text{ mm}$$

$$\underline{c_{nom} = 25 + 10 = 35 \text{ mm}}$$

- NOMINÁLNÁ HODNOTA KRYTIA $c_{nom st}$

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

$$c_{min} = \max \left\{ 8; 10; 10 \right\}$$

$$c_{min} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

$$\underline{c_{nom st} = c_{nom sl} - \phi_{st} = 35 - 8 = 27 \text{ mm}}$$

- HODNOTU KRYTIA UPRAVÍM Z DŮVODU
VÝROBNÉHO SORTIMENTU DIŠTANČNÍM

ROZDŮIEK NA:

$$c_{nom st} = 25 \text{ mm}$$

$$c_{nom sl} = 33 \text{ mm}$$

• KONŠTRUKČNÉ ZÁSADY

1) MINIMÁLNA PLOCHA VÝSTUŽE, MAXIMÁLNA PLOCHA

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \cdot b_e \cdot d = 0,26 \cdot \left(\frac{2,9}{500} \right) \cdot 500 \cdot 259$$

$$A_{s,min} = 195,286 \text{ mm}^2 > 0,0013 \cdot b_e \cdot d = 0,0013 \cdot 500 \cdot 259$$

$$195,286 > 168,35$$

$$A_{s,min} = 195,286 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot (750 \cdot 240 + 500 \cdot 60)$$

$$A_{s,max} = 8400 \text{ mm}^2$$

INTERVAL PRE NÁVRH VÝSTUŽE $A_s \in (195; 8400) \text{ mm}^2$

2) MAXIMÁLNA A MINIMÁLNA VEDIALELOSŤ ROZDL.

VÝSTUŽE

$$s_{max} = 200 \text{ mm}$$

$$s_{min} = \max \{ \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm} \} = \{ 25; 21; 20 \}$$

$$s_{min} = 25 \text{ mm}$$

• MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

- BETÓN TRIEDY C 30/37

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

- VÝSTUŽ B 500B (10 505 R)

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}$$

• NÁVRH VÝSTUŽE V POLI ab

$$M_{ed} = 80,559 \text{ kNm}$$

PLOCHU TLÁČEJ EJ OBLASTI - VPOČÍTAM ZO

SILOVEJ PODMIEHKY ROVNOVÁHY

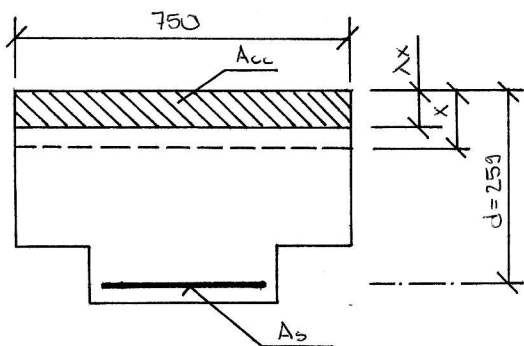
$$F_{cc} = F_s$$

$$A_{cc} \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd} \Rightarrow A_{cc} = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{f_{cd}}$$

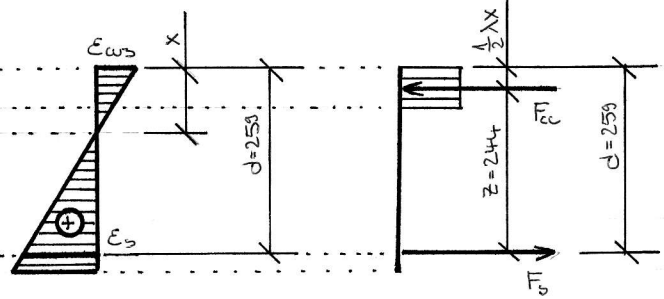
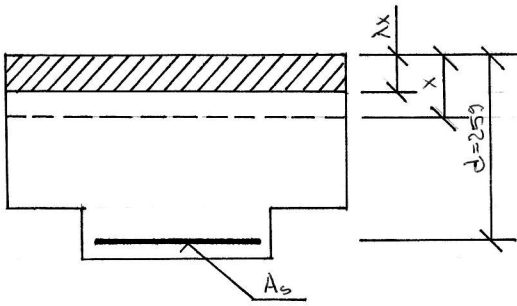
$$A_{cc} = \frac{1005 \cdot 434,8}{20} = 21848,7 \text{ mm}^2$$

$$\lambda x = \frac{A_{cc}}{750} = \frac{21848,7}{750} = 29,14 \text{ mm}$$

$$x = \frac{\lambda x}{0,8} = 36,41 \text{ mm}$$



NÁVRH VÝSTUŽE $5 \phi 16 \Rightarrow A_s = 1005 \text{ mm}^2$



$$z = d - \frac{1}{2} \lambda x = 259 - \frac{1}{2} 29,14 = 244,4 \text{ mm}$$

$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 1005 \cdot 434,0 \cdot 244,4 = 106,796 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} > M_{ed}$$

$$106,796 > 88,559 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- KONTROLA PRETVORENIA VSTUŽE

RODMIELKA VYCHÁDZA Z PODOBLOSTI

TROJUHOLLÍKOV

$$\frac{\epsilon_s}{(d-x)} = \frac{\epsilon_{ws}}{x} \Rightarrow \epsilon_s = \frac{\epsilon_{ws}}{x} (d-x)$$

$$\epsilon_s = \frac{0,0035}{36,41} (259 - 36,41) = 0,0214 = 21,4 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,0}{200\,000} = 0,0022 = 2,2 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_s > \epsilon_{yd}$$

$$21,4 > 2,2 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- KONTROLA MIN. A MAX. PLOCHY VSTUŽE

$$A_{smin} < A_s \Rightarrow 195 < 1005 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$A_{smax} > A_s \Rightarrow 2400 > 1005 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- KONTROLA VEDIALELOSTI VSTUŽE

OSOVÁ VEDIALELOST' VSTUŽE $s_1 = 104,5 \text{ mm}$

SVIETLÁ VEDIALELOST' VSTUŽE $s_2 = 92,5 \text{ mm}$

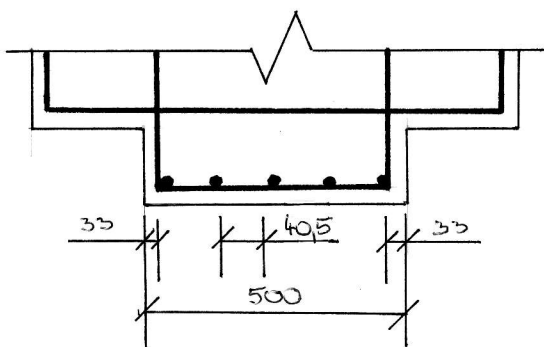
$$s_1 \leq s_{max}$$

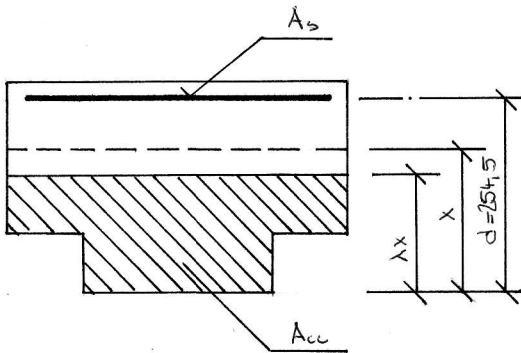
$$130 \leq 200 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$s_2 \geq s_{min}$$

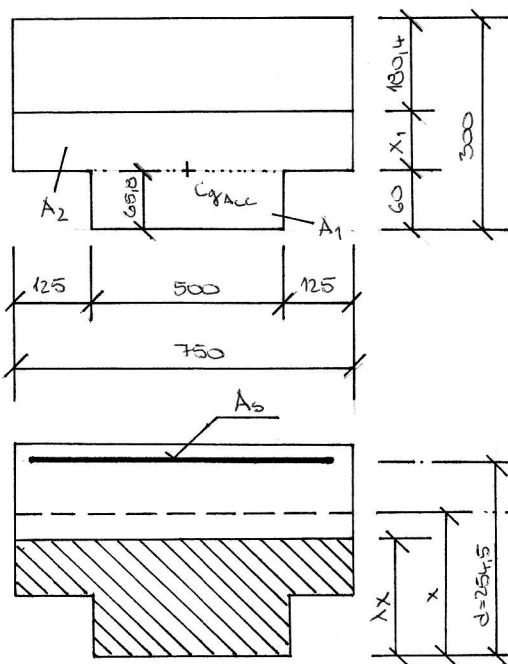
$$40,5 \geq 25 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- NÁVRH 5 ϕ 16 VYHOVUJE





NÁVRH VĚSTUŽE 7 ϕ 25 $A_s = 3436 \text{ mm}^2$



• NÁVRH VĚSTUŽE NAD PODPOROU b

$$M_{ed} = 268,609 \text{ kNm}$$

PLOCHU TLAČEJEDJ OBLASTI VYPOČÍTAM ZO
SÍLOVEJ PODMIENKY ROVNOVÁHY

$$F_{cc} = F_s$$

$$A_{cc} \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd} \Rightarrow A_{cc} = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{f_{cd}}$$

$$A_{cc} = \frac{3436 \cdot 434,0}{20} = 74693,6 \text{ mm}^2$$

$$A_{cc} = A_1 + A_2 = 500 \cdot 60 + 750 \cdot x_1$$

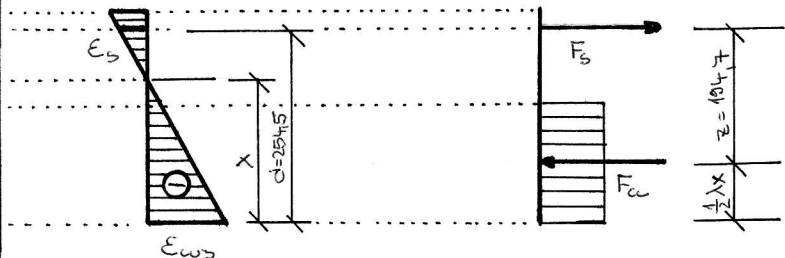
$$x_1 = \frac{A_{cc} - 500 \cdot 60}{750} = 59,6 \text{ mm}$$

$$\lambda x = 60 + x_1 = 60 + 59,6 = 119,6 \text{ mm}$$

$$x = \frac{119,6}{0,9} = 149,5 \text{ mm}$$

ŤAŽISKO TLAČEJEDJ OBLASTI

$$x_{c,acc} = \frac{500 \cdot 60 \cdot 30 + 750 \cdot 59,6 \cdot 0,9}{500 \cdot 60 + 750 \cdot 59,6} = 65,8 \text{ mm}$$



$$z = d - \frac{1}{2} \lambda x = 254,5 - 59,8 = 194,7 \text{ mm}$$

$$M_{ed} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 3436 \cdot 434,0 \cdot 194,7 = 290,077 \text{ kNm}$$

$$M_{ed} > M_{ed}$$

$$290,077 > 268,609 \Rightarrow \text{VÝHODNĚ}$$

• KONTROLA PRETVORENIA VĚSTUŽE

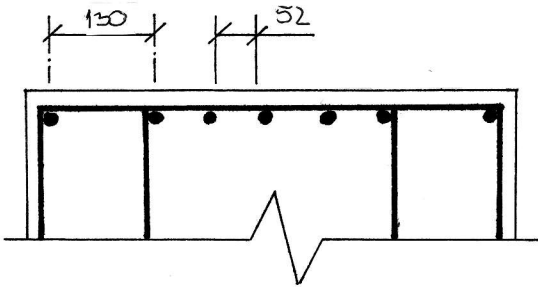
$$\frac{\epsilon_s}{(d-x)} = \frac{\epsilon_{ws}}{x} \Rightarrow \epsilon_s = \frac{\epsilon_{ws}}{x} (d-x)$$

$$\epsilon_s = \frac{0,0035}{149,5} (254,5 - 149,5) = 0,0025 = 2,5 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,0}{200000} = 0,0022 = 2,2 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_s > \epsilon_{yd}$$

$$2,5 > 2,2 \Rightarrow \text{VÝHODNĚ}$$



- KONTROLA MIN. A MAX. PLOCHY VÝSTUŽE

$$A_{s,min} < A_s \Rightarrow 195 < 3436 \Rightarrow \text{VÝHOVUJE}$$

$$A_{s,max} > A_s \Rightarrow 8400 > 3436 \Rightarrow \text{VÝHOVUJE}$$

- KONTROLA VĚDIALELOSTÍ VÝSTUŽE

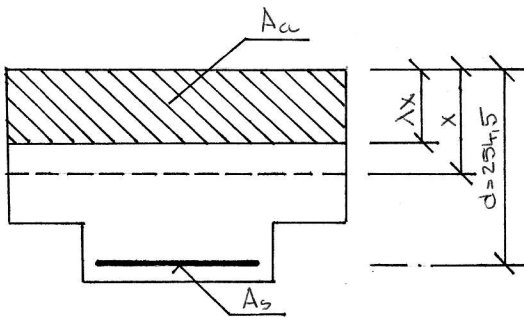
$$\text{NAJVĚČŠÍ OSOVÁ VĚDIALELOST } s_1 = 125 \text{ mm}$$

$$\text{NAJMEUŠÍ SVĚTLÁ VĚDIALELOST } s_2 = 77 \text{ mm}$$

$$s_1 \leq s_{max} \Rightarrow 130 < 200 \Rightarrow \text{VÝHOVUJE}$$

$$s_2 \geq s_{min} \Rightarrow 52 \geq 25 \Rightarrow \text{VÝHOVUJE}$$

- NÁVRH 7 ϕ 25 VÝHOVUJE



- NÁVRH VÝSTUŽE V POLI BC

$$M_{Ed} = 210,557 \text{ kNm}$$

PLOCHU TLAČEVEJ OBLASTI VÝPOČÍTAM ZO

SÍLOVEJ PODMIENKY ROVNOVÁHY

$$F_{c,c} = F_s$$

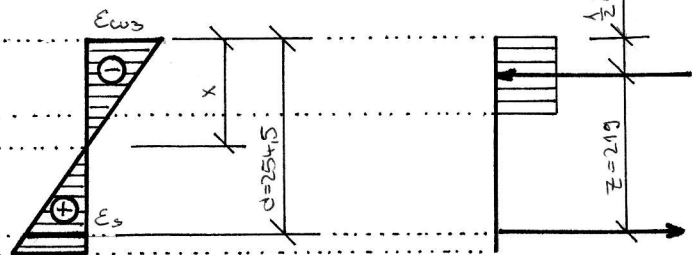
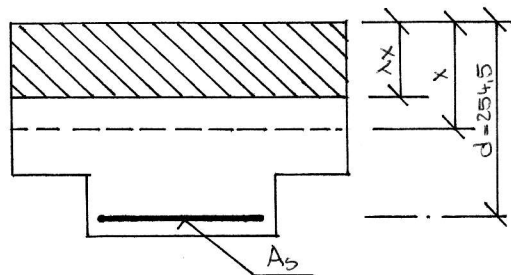
$$A_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd} \Rightarrow A_c = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{f_{cd}}$$

$$A_c = \frac{2454 \cdot 434,0}{20} = 53350 \text{ mm}^2$$

$$\lambda x = \frac{A_c}{f_{cd}} = \frac{53350}{760} = 71,1 \text{ mm}$$

$$x = \frac{\lambda x}{\eta \sigma} = \frac{71,1}{0,9} = 80,9 \text{ mm}$$

NÁVRH VÝSTUŽE 5 ϕ 25 $A_s = 2454 \text{ mm}^2$



$$z = d - \frac{1}{2} \lambda x = 254,5 - \frac{1}{2} \cdot 71,1 = 219 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 2454 \cdot 434,0 \cdot 219 = 233,673 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

$$\underline{233,673 > 210,557 \Rightarrow \text{VÝHOVUJE}}$$

- KONTROLA PRETVORENIA VÝSTUŽE

$$\frac{\epsilon_s}{(d-x)} = \frac{\epsilon_{ws}}{x} \Rightarrow \epsilon_s = \frac{\epsilon_{ws}}{x} (d-x)$$

$$\epsilon_s = \frac{0,0037}{88,9} (254,5 - 88,9) = 0,0065 = 6,5 \%$$

$$\epsilon_{yd} = \frac{A_d}{E_s} = \frac{434,9}{200000} = 0,0022 = 2,2 \%$$

$$\epsilon_s > \epsilon_{yd} \Rightarrow 6,5 > 2,2 \Rightarrow \text{MHOVUJE}$$

- KONTROLA MIN. A MAX. PLOCHY VÝSTUŽE

$$A_{s,min} < A_s \Rightarrow 195 < 2454 \Rightarrow \text{MHOVUJE}$$

$$A_{s,max} > A_s \Rightarrow 0400 > 2454 \Rightarrow \text{MHOVUJE}$$

- KONTROLA VEĎIALELOSTI VÝSTUŽE

$$\text{OSOVÁ VEĎIALELOST' VÝSTUŽE } s_1 = 102 \text{ mm}$$

$$\text{SVETLÁ VEĎIALELOST' VÝSTUŽE } s_2 = 77 \text{ mm}$$

$$s_1 \leq s_{max} \Rightarrow 130 < 200 \Rightarrow \text{MHOVUJE}$$

$$s_2 \geq s_{min} \Rightarrow 52 > 25 \Rightarrow \text{MHOVUJE}$$

- **LÁVRI 5 ϕ 25 MHOVUJE**

DIMENZOVALIE VÝSTUŽE PREKLADUNA ŠMYK• KRYTIE

$$c_{nom, st} = 25 \text{ mm (VÝPOČET NA STRANE 14)}$$

• KONŠTRUKČNÉ ZÁSADY

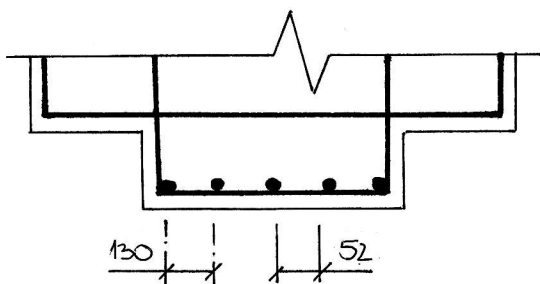
- MINIMÁLNY STUPEŇ VÝSTUŽENIA

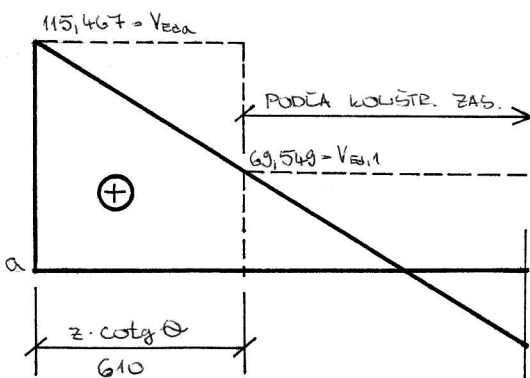
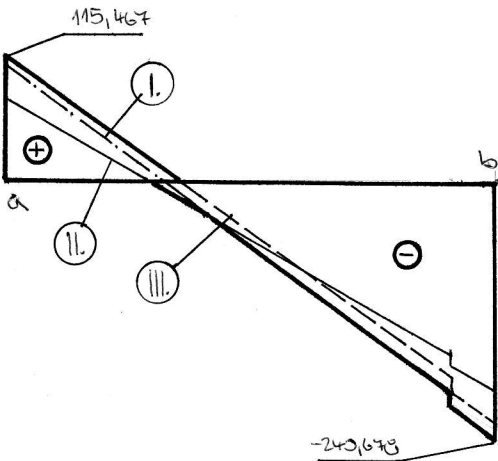
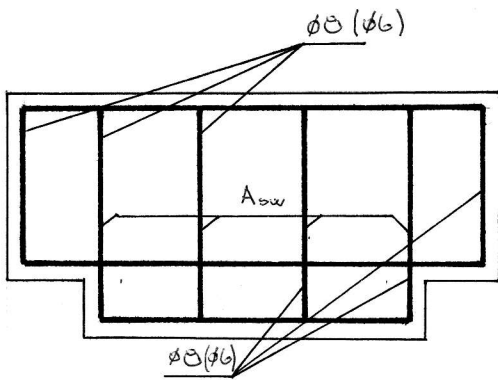
$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{30}}{500} = 0,00088$$

- MAXIMÁLNA PREDČŔLA VEĎIALELOST' STRMIELIKOV

$$s_{1,max} = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 259 \approx 194,3 \approx 190 \text{ mm}$$

$$s_1'_{max} = 0,75 \cdot d' = 0,75 \cdot 254 = 190,5 \approx 190 \text{ mm}$$





- MAXIMÁLNA PRIEČNA VZDIALENOSŤ VETIEV STRMIELKOV

$$s_{t,max} = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 259 = 190 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$$

$$s'_{t,max} = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 254 = 190 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$$

• NÁVRH VĚSTUŽIE V POLI ab

- URČENIE UHLU θ (UHL TLAČELÝCH DIAGONÁL)

$$\theta \in \langle 21,0^\circ; 45^\circ \rangle \Rightarrow \theta = 21,0^\circ$$

- URČENIE UHLU α (UHL MEDZI STRMIELKAMI A STREDNICOU PRVNU)

$$\alpha = 90^\circ$$

- MATERIÁL VĚSTUŽIE B500B (A505R)

$$f_{yk} = f_{td} = 434,0 \text{ MPa}$$

- ÚČINNOSŤ PRVNU BEZ ŠMYKOVEJ VĚSTUŽIE

$$V_{rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{tk})^{\frac{1}{3}} \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,10}{f_c} = \frac{0,10}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{259}} = 1,879 \leq 2,000$$

$$\rho_l = \frac{A_{se}}{b_w \cdot d} = \frac{603}{500 \cdot 259} = 0,0047 < 0,02$$

$A_{se} = 603 \text{ mm}^2$ (3 $\phi 16$ BUDÚ ZAKOTVENÉ ZA LÍČ PODPORY a)

$$V_{rd,c} = 0,12 \cdot 1,879 \cdot (100 \cdot 0,0047 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} \cdot 500 \cdot 259$$

$$V_{rd,c} = 70,542 \text{ kN}$$

$$z \cdot \cot \theta = 244 \cdot 2,5 = 610 \text{ mm}$$

$$V_{ed,1} = V_{ed,u} - (g + q) \cdot 0,610 = 115,467 - (57,457 + 17,013) \cdot 0,610$$

$$V_{ed,1} = 69,549 \text{ kN}$$

$$V_{ed,1} < V_{rd,c}$$

$69,549 < 70,542 \rightarrow$ ĎALEJ JE ŠMYKOVÁ VĚSTUŽĚ PODĽA KONŠTRUKČNÝCH ZÁBĀD

NÁVRH 4-STRIZLÝCH STRMIELKOV $\phi 6 \text{ mm}$ Z DŮVODU KONSTRUKČNÍCH ZÁHAD VÍD. PŘEČNÁ VEDLÁKĚLOST STRMIELKOV.

$$S = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd}}{V_{ed\alpha}} \cdot \cotg \theta = \frac{201 \cdot 244 \cdot 434,8}{115\,467} \cdot 2,5$$

$$S = 461,7 \text{ mm} \Rightarrow S = 190 \text{ mm}$$

$$V_{RdS} = \frac{A_{sw}}{S} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta$$

$$V_{RdS} = \frac{201}{190} \cdot 244 \cdot 434,8 \cdot \cotg \theta = 200,583 \text{ kN}$$

$$V_{RdS} > V_{ed\alpha}$$

$$200,583 > 115,467 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Z DŮVODU VELKÉHO PEDIMENZOVALIA ZMEUŠTÍM PROFIL STRMIELKOV Z $\phi 6 \text{ mm}$ NA $\phi 8 \text{ mm}$. TÁTO ZMENA MÁ VPLYV NA KRITIE POZDĚŽNÉJ MÍSTUŽE ZMEUŠTÍ SA O 2 mm KE DĚŽE SA JEDNÁ O RODILNŮTĚ DOM TAK TUTO SNÍTOČNOST ZALIEDBĀM. TAK TIEŽ SA ZVĀČŠÍ ÚNOSNOST PRKU NA 0,473 PŘETOŽE SA ZVĀČŠÍ RAMELO VĚTORUŤM SIL A TO O 2 mm. KO VÍPOČTE POUČITJEM HODNOSTU $z = 244 \text{ mm}$, NEUPRAVELIŮ.

$$S = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd}}{V_{ed\alpha}} \cdot \cotg \theta = \frac{113 \cdot 244 \cdot 434,8}{115\,467} \cdot 2,5$$

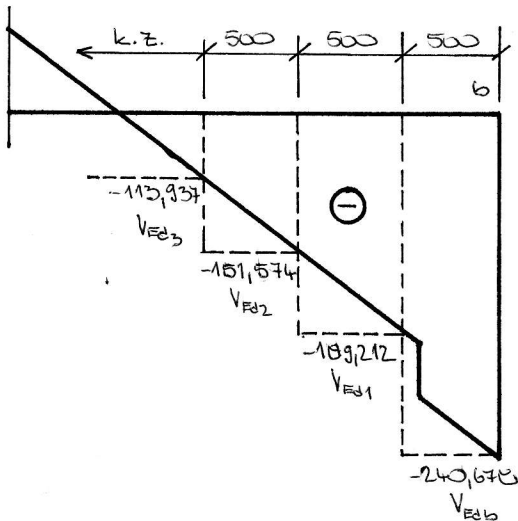
$$S = 259,6 \text{ mm} \Rightarrow S = 190 \text{ mm}$$

$$V_{RdS} = \frac{A_{sw}}{S} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta$$

$$V_{RdS} = \frac{113}{190} \cdot 244 \cdot 434,8 \cdot 2,5 = 157,741 \text{ kN}$$

$$V_{RdS} > V_{ed}$$

$$157,741 > 115,467 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$



RAMELO VĽOTORUŤM SIL V PODPĚRE $b \Rightarrow z = 195 \text{ mm}$

$$z \cdot \cot \theta = 195 \cdot 2,5 = 487,5 \approx 500 \text{ mm}$$

- SILA $V_{Ed0} = 240,670 \text{ kN}$

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd}}{V_{Ed0}} \cdot \cot \theta = \frac{113 \cdot 195 \cdot 434,0}{240,670} \cdot 2,5$$

$$s = 99,5 \text{ mm} \Rightarrow s = 90 \text{ mm} < 190 \text{ mm}$$

$$V_{Eds} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{113}{90} \cdot 195 \cdot 434,0 \cdot 2,5$$

$$V_{Eds} = 266,133 \text{ kN} > V_{Ed0} = 240,670 \text{ kN} \Rightarrow \text{VĽOVUJE}$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} = \frac{113}{500 \cdot 90} = 0,0025 > 0,00080$$

- SILA $V_{Ed1} = 189,212 \text{ kN}$

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd}}{V_{Ed1}} \cdot \cot \theta = \frac{113 \cdot 195 \cdot 434,0}{189,212} \cdot 2,5$$

$$s = 126,6 \text{ mm} \Rightarrow s = 120 \text{ mm} < 190 \text{ mm}$$

$$V_{Eds} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{113}{120} \cdot 195 \cdot 434,0 \cdot 2,5$$

$$V_{Eds} = 199,600 \text{ kN} > V_{Ed1} = 189,212 \text{ kN} \Rightarrow \text{VĽOVUJE}$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} = \frac{113}{500 \cdot 120} = 0,0019 > 0,00080$$

- SILA $V_{Ed2} = 151,574 \text{ kN}$

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd}}{V_{Ed2}} \cdot \cot \theta = \frac{113 \cdot 195 \cdot 434,0}{151,574} \cdot 2,5$$

$$s = 150,0 \text{ mm} \Rightarrow s = 150 \text{ mm} < 190 \text{ mm}$$

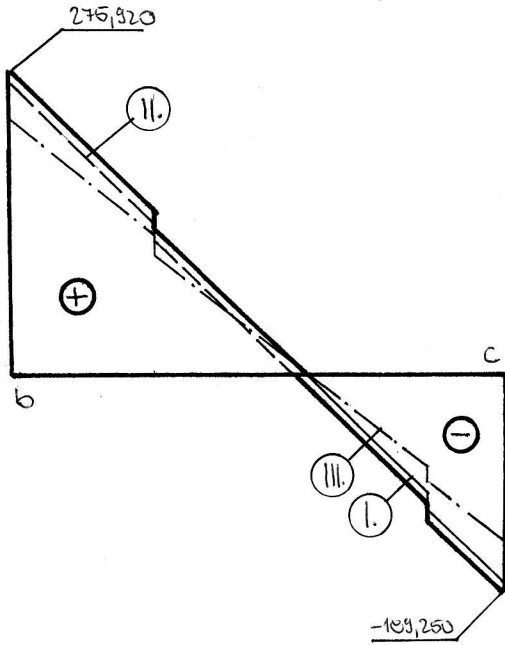
$$V_{Eds} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{113}{150} \cdot 195 \cdot 434,0 \cdot 2,5$$

$$V_{Eds} = 159,600 \text{ kN} > V_{Ed2} = 151,574 \text{ kN} \Rightarrow \text{VĽOVUJE}$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} = \frac{113}{500 \cdot 150} = 0,0015 > 0,00080$$

- SILA $V_{Ed3} = 113,937 \text{ kN}$

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd}}{V_{Ed3}} \cdot \cot \theta = \frac{113 \cdot 195 \cdot 434,0}{113,937} \cdot 2,5$$



$$s = 210,2 \text{ mm} \Rightarrow s = 190 \text{ mm} \leq 190 \text{ mm}$$

$$V_{ed,5} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{113}{190} \cdot 195 \cdot 434,8 \cdot 2,5$$

$$V_{ed,5} = 126,063 \text{ kN} > V_{ed,3} = 113,937 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$\rho_{sw} = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} = \frac{113}{500 \cdot 190} = 0,0012 > 0,0008$$

• NÁVRH VÝSTUŽE V POLI bc

- URČENIE UHLU θ

$$\theta \in (21,8^\circ; 45^\circ) \Rightarrow \theta = 21,8^\circ$$

- URČENIE UHLU λ

$$\lambda = 90^\circ$$

- MATERIÁL VÝSTUŽE B500B (10505R)

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

- ÚJASLOSŤ BEZ ŠMYKOVEJ VÝSTUŽE

- PRI PODPORE C

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_e \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot b_w \cdot d$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{255}} = 1,886 < 2,000$$

$$\rho_e = \frac{A_{se}}{b_w \cdot d} = \frac{1473}{500 \cdot 255} = 0,012 < 0,02$$

$A_{se} = 1473 \text{ mm}^2$ (3 $\phi 25$ BUDU ZAHOTVENÉ ZA LIC PODPORY C)

$$V_{Rd,c} = 0,12 \cdot 1,886 \cdot (100 \cdot 0,012 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} \cdot 500 \cdot 255$$

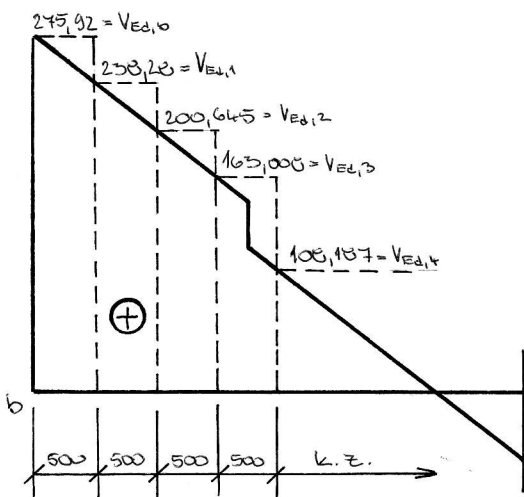
$$V_{Rd,c} = 95,200 \text{ kN}$$

$$z \cdot \cot \theta = 195 \cdot 2,5 = 487,5 \approx 500 \text{ mm}$$

- SILA $V_{ed,0} = 275,920 \text{ kN}$

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd}}{V_{ed,0}} \cdot \cot \theta = \frac{113 \cdot 195 \cdot 434,8}{275,920} \cdot 2,5$$

$$s = 206,8 \text{ mm} \Rightarrow s = 200 \text{ mm} < 190 \text{ mm}$$



$$V_{Ed,5} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta = \frac{113}{80} \cdot 195 \cdot 434,0 \cdot 2,5$$

$$V_{Ed,5} = 299,401 \text{ kN} < V_{Ed,6} = 275,920 \text{ kN} \Rightarrow \text{VIHOUVJE}$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} = \frac{113}{500 \cdot 80} = 0,0029 > 0,00088$$

- SILA $V_{Ed,1} = 230,280 \text{ kN}$

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta}{V_{Ed,1}} = \frac{113 \cdot 195 \cdot 434,0 \cdot 2,5}{230,280}$$

$$s = 100,62 \text{ mm} \Rightarrow s = 100 \text{ mm} < 190 \text{ mm}$$

$$V_{Ed,5} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta = \frac{113}{100} \cdot 195 \cdot 434,0 \cdot 2,5$$

$$V_{Ed,5} = 259,520 \text{ kN} > V_{Ed,1} = 230,280 \text{ kN} \Rightarrow \text{VIHOUVJE}$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} = \frac{113}{500 \cdot 100} = 0,0023 > 0,00088$$

- SILA $V_{Ed,2} = 200,645 \text{ kN}$

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta}{V_{Ed,2}} = \frac{113 \cdot 195 \cdot 434,0 \cdot 2,5}{200,645}$$

$$s = 119,3 \text{ mm} \Rightarrow s = 110 \text{ mm} < 190 \text{ mm}$$

$$V_{Ed,5} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta = \frac{113}{110} \cdot 195 \cdot 434,0 \cdot 2,5$$

$$V_{Ed,5} = 217,746 \text{ kN} > V_{Ed,2} = 200,645 \text{ kN} \Rightarrow \text{VIHOUVJE}$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} = \frac{113}{500 \cdot 110} = 0,0021 > 0,00088$$

- SILA $V_{Ed,3} = 163,000 \text{ kN}$

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta}{V_{Ed,3}} = \frac{113 \cdot 195 \cdot 434,0 \cdot 2,5}{163,000}$$

$$s = 146,9 \text{ mm} \Rightarrow s = 140 \text{ mm} < 190 \text{ mm}$$

$$V_{Ed,5} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta = \frac{113}{140} \cdot 195 \cdot 434,0 \cdot 2,5$$

$$V_{Ed,2} = 171,036 \text{ kN} > V_{Ed,3} = 163,000 \text{ kN} \Rightarrow \text{VÝHODNĚ}$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} = \frac{113}{500 \cdot 140} = 0,0016 > 0,00088$$

$$\text{-SILA } V_{Ed,4} = 100,107 \text{ kN}$$

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd}}{V_{Ed,4}} \cdot \cot \theta = \frac{113 \cdot 195 \cdot 434,0}{100,107} \cdot 2,5$$

$$s = 221,4 \text{ mm} \Rightarrow s = 190 \text{ mm} \text{ (KOLÉTR. ZÁŠADA)}$$

$$V_{Ed,5} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{113}{190} \cdot 195 \cdot 434,0 \cdot 2,5$$

$$V_{Ed,5} = 126,063 \text{ kN} > V_{Ed,4} = 100,107 \text{ kN} \Rightarrow \text{VÝHODNĚ}$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} = \frac{113}{500 \cdot 190} = 0,0012 > 0,00088$$

RAMELO VÚTORLUTŤU SIL V POLI bL

$$z = 219 \text{ mm}$$

$$z \cdot \cot \theta = 219 \cdot 2,5 = 547,5 = 500 \text{ mm}$$

$$\text{-SILA } V_{Ed,C} = 109,250 \text{ kN}$$

$$s = \frac{A_{sw}}{V_{Ed,C}} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{113 \cdot 219 \cdot 434,0}{109,250} \cdot 2,5$$

$$s = 142,1 \text{ mm} \Rightarrow s = 140 \text{ mm} < 190 \text{ mm}$$

$$V_{Ed,5} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{113}{140} \cdot 219 \cdot 434,0 \cdot 2,5$$

$$V_{Ed,5} = 192,143 \text{ kN} > V_{Ed,C} = 109,250 \text{ kN} \Rightarrow \text{VÝHODNĚ}$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} = \frac{113}{500 \cdot 140} = 0,0016 > 0,00088$$

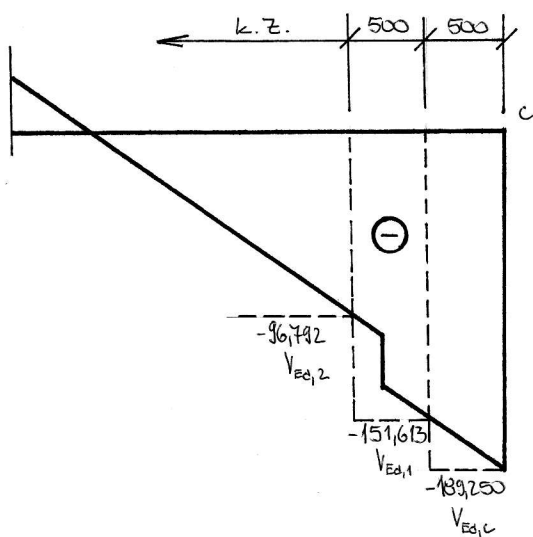
$$\text{-SILA } V_{Ed,1} = 151,613 \text{ kN}$$

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd}}{V_{Ed,1}} \cdot \cot \theta = \frac{113 \cdot 219 \cdot 434,0}{151,613} \cdot 2,5$$

$$s = 177,4 \text{ mm} \Rightarrow s = 170 \text{ mm} < 190 \text{ mm}$$

$$V_{Ed,5} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{113}{170} \cdot 219 \cdot 434,0 \cdot 2,5$$

$$V_{Ed,5} = 150,235 \text{ kN} > V_{Ed,1} = 151,613 \text{ kN} \Rightarrow \text{VÝHODNĚ}$$



$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} = \frac{113}{500 \cdot 170} = 0,0014 > 0,00080$$

- SILA $V_{Ed,2} = 96,792 \text{ kN}$

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{wd}}{V_{Ed,2}} \cdot \cot \theta = \frac{113 \cdot 219 \cdot 434,0}{96,792} \cdot 2,5$$

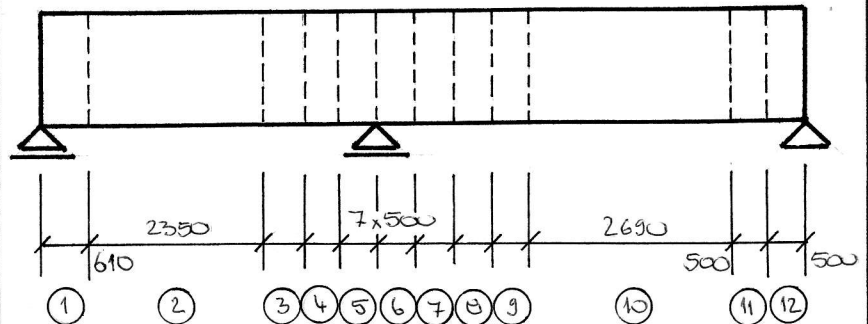
$s = 277,9 \text{ mm} \Rightarrow s = 190 \text{ mm}$ (KOLŠTR. ZÁSA DA)

$$V_{Ed,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{wd} \cdot \cot \theta = \frac{113}{190} \cdot 219 \cdot 434,0 \cdot 2,5$$

$V_{Ed,s} = 141,579 \text{ kN} > V_{Ed,2} = 96,792 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHODJE}$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} = \frac{113}{500 \cdot 190} = 0,0012 > 0,00080$$

• REKAPITULÁCIA ŠMYKOVEJ VYSTRUŽE



OBLASŤ	POČET KUSOV	PROFIL Ø	VĚDIALELOŤ [mm]
1	3	6	190
2	13	6	190
3	3	6	150
4	5	6	120
5	5	6	90
6	6	6	80
7	5	6	100
8	4	6	110
9	4	6	140
10	14	6	190
11	3	6	170
12	4	6	140

- DOPLENIE ROZUDU K ŠMYKOVEJ VÝSTUŽI

$$V_{Ed,max} = \frac{k_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot N_i \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta}$$

$$k_{cw} = 1,0$$

$$b_w = 500 \text{ mm}$$

$$N_i = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{cw}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0,528$$

$$z = 195 \text{ mm (NAJMEŠIE PAMELO V TORUŤM SIL)}$$

$$V_{Ed,max} = \frac{1,0 \cdot 500 \cdot 195 \cdot 0,528 \cdot 20}{2,5 + 0,4}$$

$$V_{Ed,max} = 355,034 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} > V_{Ed,max}$$

$$355,034 > 275,920 \Rightarrow \text{VHODUJE}$$

$$V_{Ed,max} > V_{Ed,s,max}$$

$$355,034 > 299,401 \Rightarrow \text{VHODUJE}$$

ROZDELENIE POZDŮŽEJ VÝSTUŽEV PREKLADĚ• MEDZIE NAPÄTIE V SUDBYŽOSTI

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

$$\eta_1 = 1,0 \text{ (PRE VÝSTUŽ V POLI)}$$

$$\eta_1 = 0,7 \text{ (PRE VÝSTUŽ LAD PODPOROU)}$$

$$\eta_2 = 1,0$$

$$f_{ctd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ctk,0,05}}{f_c} = 1,0 \cdot \frac{2,0}{1,5} = 1,333 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,333 = 2,999 \text{ MPa (V POLI)}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,333 = 2,099 \text{ MPa (LAD PODPOROU)}$$

• ZÁKLADNÁ KOTEVNÁ DŮŽKA

- V PODPERE a

$$a_2 = z \cdot 0,5 (\cot \varphi - \cot \varphi_k) = 244 \cdot 0,5 \cdot (2,5 - 0)$$

RAMELO KTORUTUM SÍL UVAŽUJEM Ž
VÝPOČTU ÚJEDLOSTI NA OUVIS PRE
POLE ab

$$a_2 = 305 \text{ mm}$$

$$\Delta F_{td} = |V_{Ed}| \cdot \frac{a_2}{z} = |115,467| \cdot \frac{305}{244} = 144,334 \text{ kN}$$

$$F_{Ed} = F_{td} = \frac{M_{Ed}}{z} + \Delta F_{td} + L_{Ed} = \frac{0}{244} + 144,334 + 0$$

$$F_{Ed} = 144,334 \text{ kN}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{F_{Ed}}{A_s} = \frac{144,334}{603} = 239,4 \text{ MPa}$$

$A_s = 603 \text{ mm}^2$ (3 $\phi 16$ BUDÍ ZAKOTVELEŔ AŽ DO
PODPORY)

$$l_{b,reqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{16}{4} \cdot \frac{239,4}{2,993} = 319,31 \text{ mm}$$

- V POLI ab

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

$$A_{s,req} = 750 \cdot 259 \cdot \frac{20}{434,0} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 80,559 \cdot 10^6}{750 \cdot 259^2 \cdot 20}} \right)$$

$$A_{s,req} = 835,192 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{sdr} = f_{yd} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} = 434,0 \cdot \frac{835,2}{1005} = 361,34 \text{ MPa}$$

$$l_{b,reqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sdr}}{f_{bd}} = \frac{16}{4} \cdot \frac{361,34}{2,993} = 481,94 \text{ mm}$$

- V RODPĒRE b

$$F_{Ed} = F_{td} = \frac{M_{Ed}}{z} = \frac{268,609}{0,195} = 1377,482 \text{ kN}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{F_{Ed}}{A_s} = \frac{1377,482 \cdot 10^3}{3436} = 400,9 \text{ MPa}$$

$$l_{b,reqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{25}{4} \cdot \frac{400,9}{2,109} = 1193,72 \text{ mm}$$

- V ROLI bc

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

$$A_{s,req} = 750 \cdot 255 \cdot \frac{20}{434,8} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 210,557 \cdot 10^6}{750 \cdot 255^2 \cdot 20}} \right)$$

$$A_{s,req} = 2263 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{s,rv} = f_{yd} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} = 434,8 \cdot \frac{2263}{2454} = 401,0 \text{ MPa}$$

$$l_{b,reqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{s,rv}}{f_{bd}} = \frac{25}{4} \cdot \frac{401,0}{2,999} = 835,69 \text{ mm}$$

- V RODPĒRE c

$$a_c = 0,5 \cdot z (\cotg \vartheta - \cotg \alpha) = 0,5 \cdot 219 (2,5 - 0)$$

$$a_c = 274 \text{ mm}$$

$$\Delta F_{td} = |V_{Edc}| \cdot \frac{a_c}{z} = 189,250 \cdot \frac{274}{219} = 236,779 \text{ kN}$$

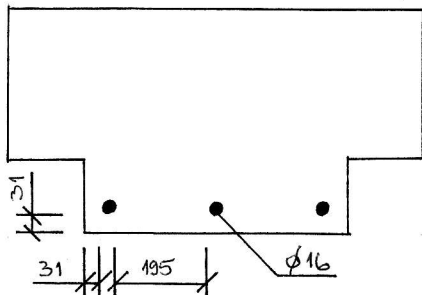
$$F_{Ed} = F_{td} = \frac{M_{Ed}}{z} + \Delta F_{td} + W_{Ed} = \frac{0}{219} + 236,779 + 0$$

$$F_{td} = 236,779 \text{ kN}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{F_{td}}{A_s} = \frac{236,779}{1473} = 160,7 \text{ MPa}$$

$$l_{b,reqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{25}{4} \cdot \frac{160,7}{2,999} = 334,90 \text{ mm}$$

REZ V PODPERE

• NÁVRHOVÁ KOTEVLÁ DĹŽKA

- V PODPERE a

$$k_1 = 1,0 \quad \text{PRIAMY PRUT}$$

$$k_2 = 0,86$$

$$c_d = \min\left(\frac{a}{2}; c_1; c\right) = \left(\frac{195}{2}; 31; 31\right) = (97; 31; 31)$$

$$c_d = 31 \text{ mm}$$

$$k_2 = 1 - \frac{0,15 \cdot (c_d - \phi)}{\phi} = 1 - \frac{0,15 \cdot (31 - 16)}{16} = 0,86$$

$$k_3 = 1,0 \quad \text{VĚSTUŽ NEUĚ OVILUTÁ}$$

$$k_4 = 1,0 \quad \text{VĚSTUŽ NEUĚ PRIVARELÁ}$$

$$k_5 = 0,96$$

$$p = \frac{V_{Ed, sup}}{b_w \cdot t} = \frac{115457}{500 \cdot 300} = 0,770 \text{ MPa}$$

$$k_5 = 1 - 0,04 p = 1 - 0,04 \cdot 0,770 = 0,96$$

$$\text{- PODMIELKA} \quad k_2 \cdot k_3 \cdot k_5 = 0,86 \cdot 1,0 \cdot 0,96 = 0,83 \geq 0,7$$

$$l_{bd, sup} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot l_{b, reqd} = 1,0 \cdot 0,86 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,96 \cdot 319,31$$

$$l_{bd, sup} = 263,62 \Rightarrow 270 \text{ mm} > l_{b, min} = 160 \text{ mm}$$

$$l_{b, min} = \max(0,15 \cdot l_{b, reqd}; 10 \cdot \phi; 100 \text{ mm}) = (96; 160; 100) \Rightarrow 160 \text{ mm}$$

- V POLI a,b

$$k_1 = 1,0 \quad \text{PRIAMY PRUT}$$

$$k_2 = 0,86$$

$$c_d = \min\left(\frac{a}{2}; c_1; c\right) = \left(\frac{65}{2}; 31; 31\right) = (32; 31; 31)$$

$$c_d = 31 \text{ mm}$$

$$k_2 = 1 - \frac{0,15 \cdot (c_d - \phi)}{\phi} = 1 - \frac{0,15 \cdot (31 - 16)}{16} = 0,86$$

$$k_3 = 1,0 \quad \text{VĚSTUŽ NEUĚ OVILUTÁ}$$

$$k_4 = 1,0 \quad \text{VĚSTUŽ NEUĚ PRIVARELÁ}$$

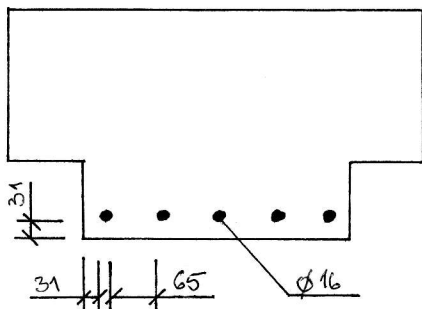
$$k_5 = 1,0 \quad \text{V MIESTE MAX } M_{Ed} \quad \text{JE } V_{Ed} = 0 \text{ kN}$$

$$\text{- PODMIELKA} \quad k_2 \cdot k_3 \cdot k_5 = 0,86 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,86 \geq 0,7$$

$$l_{bd} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot l_{b, reqd} = 1,0 \cdot 0,86 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 481,84$$

$$l_{bd} = 414,46 \Rightarrow 420 \text{ mm} > l_{b, min} = 160 \text{ mm}$$

REZ V POLI



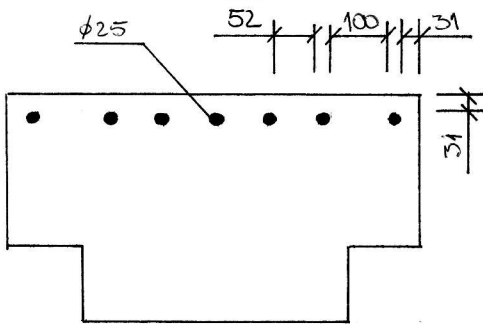
- ZAKŤOVALÉ NAJMEŠIE

VĚDIALEUOSTI PRE SVŤOČNĚ

ROZMIESTENĚNĚ VĚSTUŽĚ

VĚD SMIĚNU VĚSTUŽĚNĚ

REZ LAD PODPOROU



$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,reqd}; 10 \cdot \phi; 100 \text{ mm}) = (145; 160; 100) \Rightarrow 160 \text{ mm}$$

- V PODPORE b

$$\alpha_1 = 1,0 \text{ PRIAMY PRUT}$$

$$\alpha_2 = 0,99$$

$$c_d = \min\left(\frac{a}{2}; c_{11}; c\right) = \left(\frac{52}{2}; 31; 31\right) = (26; 31; 31)$$

$$c_d = 26 \text{ mm}$$

$$\alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \phi)}{\phi} = 1 - \frac{0,15(26 - 25)}{25} = 0,99$$

$$\alpha_3 = 1,0 \text{ VYSTUŽ NELÍ OVLIVNĚNÁ}$$

$$\alpha_4 = 1,0 \text{ VYSTUŽ NELÍ PRIVARELNĚ}$$

$$\alpha_5 = 0,9$$

hodnotu V_{Ed} volím najväčšiu v podpore

$$b \Rightarrow V_{Ed} = 240,67 \text{ kN}$$

$$p = \frac{V_{Ed}}{b_w \cdot t} = \frac{240,67 \text{ kN}}{500 \cdot 200} = 2,40 \text{ MPa}$$

$$\alpha_5 = 1 - 0,04 \cdot p = 1 - 0,04 \cdot 2,40 = 0,90$$

- PODMIELKA $\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 = 0,99 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,89 > 0,7$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,reqd} = 1,0 \cdot 0,99 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1193,72$$

$$l_{bd} = 1062,39 \Rightarrow 1070 \text{ mm} > l_{b,min} = 360 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,reqd}; 10 \phi; 100 \text{ mm}) = (360; 250; 100) = 360 \text{ mm}$$

- V POLI bc

$$\alpha_1 = 1,0 \text{ PRIAMY PRUT}$$

$$\alpha_2 = 0,96$$

$$c_d = \min\left(\frac{a}{2}; c_{11}; c\right) = \left(\frac{52}{2}; 31; 31\right) = (26; 31; 31)$$

$$c_d = 26 \text{ mm}$$

$$\alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \phi)}{\phi} = 1 - \frac{0,15(26 - 25)}{25} = 0,99$$

$$\alpha_3 = 1,0 \text{ VYSTUŽ NELÍ OVLIVNĚNÁ}$$

$$\alpha_4 = 1,0 \text{ VYSTUŽ NELÍ PRIVARELNĚ}$$

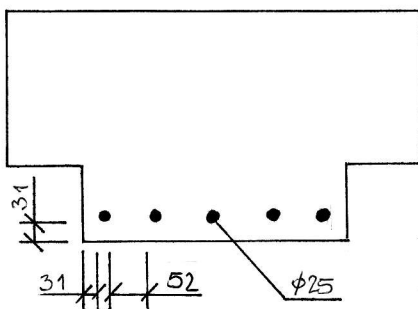
$$\alpha_5 = 1,0 \text{ V MIESTE MAX. } M_{Ed} \text{ JE } V_{Ed} = 0 \text{ kN}$$

- PODMIELKA $\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 = 0,99 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,99 > 0,7$

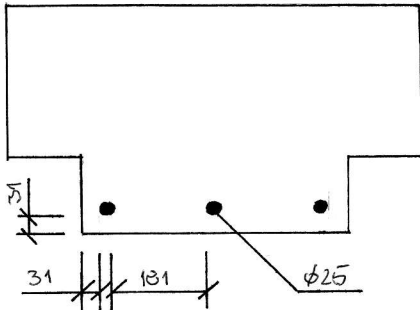
$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,reqd} = 1,0 \cdot 0,99 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 835,69$$

$$l_{bd} = 826,65 \Rightarrow 830 \text{ mm} > l_{b,min} = 250 \text{ mm}$$

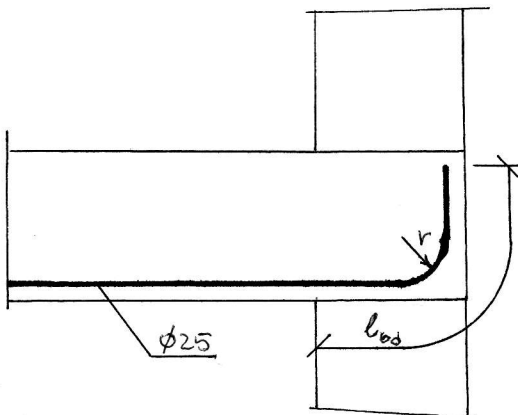
REZ V POLI



REZ V PODPORE



PODPORA C



-VÝSTUŽI PŘIEMER ZAKRYVĚNIA

PŘE $\phi > 16 \text{ mm} \Rightarrow 7 \cdot \phi$

$$7 \cdot \phi = 7 \cdot 25 = 175 \text{ mm}$$

$$r = \frac{175}{2} = 87,5 \text{ mm}$$

$$l_{b, \min} = \max(0,5 \cdot l_{b, \text{reqd}}; 10 \cdot \phi; 100 \text{ mm}) = (250; 250; 100)$$

$$l_{b, \min} = 250 \text{ mm}$$

- V PODPORE C

$$\alpha_1 = 1,0 \text{ PŘÍAMÝ PRŮT}$$

$$\alpha_2 = 0,96$$

$$c_d = \min\left(\frac{a}{2}; c_1; c\right) = \left(\frac{131}{2}; 31; 31\right) = (30; 31; 31)$$

$$c_d = 31 \text{ mm}$$

$$\alpha_2 = 1 - \frac{0,15 \cdot (c_d - \phi)}{\phi} = 1 - \frac{0,15 \cdot (31 - 25)}{25} = 0,96$$

$$\alpha_3 = 1,0 \text{ VÝSTUŽ VELÍ OVĚLUTÁ}$$

$$\alpha_4 = 1,0 \text{ VÝSTUŽ VELÍ PŘIVARENÁ}$$

$$\alpha_5 = 0,95$$

$$p = \frac{V_{Ed}}{b_w \cdot t} = \frac{189 \cdot 250}{500 \cdot 300} = 1,26 \text{ MPa}$$

$$\alpha_5 = 1 - 0,04 \cdot p = 1 - 0,04 \cdot 1,26 = 0,95$$

$$\text{-PODMIĚNIA } \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 = 0,96 \cdot 1,0 \cdot 0,95 = 0,91 > 0,7$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b, \text{reqd}} = 1,0 \cdot 0,96 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,95 \cdot 334,90$$

$$l_{bd} = 305,42 \Rightarrow 400 \text{ mm} > l_{b, \min} = 250 \text{ mm}$$

$$l_{b, \min} = \max(0,5 \cdot l_{b, \text{reqd}}; 10 \cdot \phi; 100 \text{ mm}) = (100; 250; 100)$$

$$l_{b, \min} = 250 \text{ mm}$$

-KOTEVLĚ DĚLŮ PŘE JEDNOTLIVÉ PŮLIA A
PODPORY

MIESTO	l_{bd} [mm]	$l_{b, \min}$ [mm]
PODPORA a	270	160
POLE ab	420	160
PODPORA b	1070	360
POLE bc	830	250
PODPORA c	400	250

MEDZUĻĀ STAV POUŽĪTĪĻĪBĪMATERIĀLOVĒ CHARAKTERISTIKĀ

- BETŪĻU TRIEDĪ C30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 32\,000 \text{ MPa}$$

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \eta_{(100,t_0)}} = \frac{32\,000}{1 + 2,2} = 10\,000 \text{ MPa}$$

 $\eta_{(100,t_0)} = \eta_{(100,28)}$ (URĪMĀ Z NĒRMOGRAMU
CĒSU EN 1992-1-1)

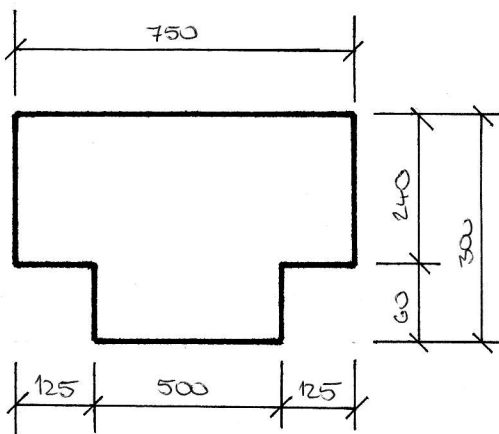
- VĪSTUĻ B500B (105052)

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

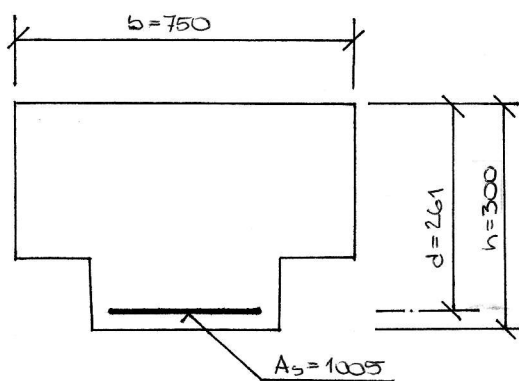
$$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200\,000 \text{ MPa}$$

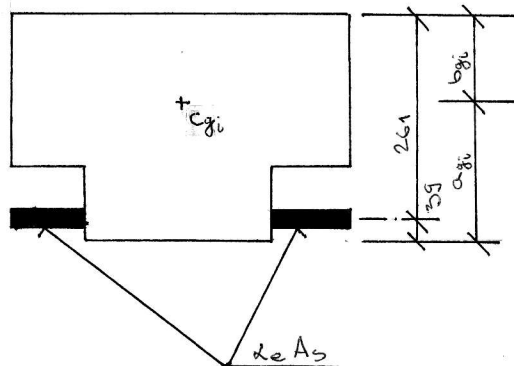
GEOMETRIJA PRIEREZU



PRIEREZ V POLĪ a-b



IDEĀĻĀ PRIEREZĒ BEZ TRĪKLĪVĪ

PRIEREZOVĒ CHARAKTERISTIKĀ- IDEĀĻĀ PRIEREZĒ NEFORUŠĒUĻ TRĪKLĪVĪ
POLE a-b

$$k_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200\,000}{32\,000} = 6,25$$

$$A_s \cdot k_e = 1005 \cdot 6,25 = 6281,25 \text{ mm}^2$$

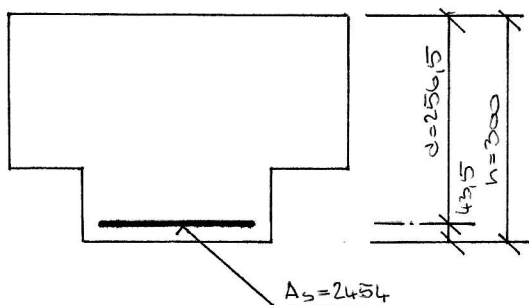
$$a_{gi} = \frac{750 \cdot 240 \cdot 180 + 500 \cdot 60 \cdot 30 + 6281,25 \cdot 39}{750 \cdot 240 + 500 \cdot 60 + 6281,25} = 155,1 \text{ mm}$$

$$b_{gi} = h - a_{gi} = 300 - 155,1 = 144,9 \text{ mm}$$

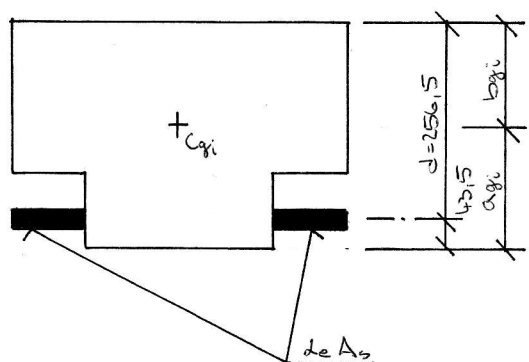
$$I_i = \frac{1}{12} 750 \cdot 240^3 + 750 \cdot 240 \cdot (144,9 - 120)^2 + \frac{1}{12} 500 \cdot 60^3 + 500 \cdot 60 \cdot (155,1 - 30)^2 + 6281,25 \cdot (155,1 - 39)^2$$

$$I_i = 1,54 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

PRIEREZ V POLE b-c



IDEÁLNY PRIEREZ BEZ TRZLILY



- IDEÁLNY PRIEREZ NEPORUŠENÝ TRZLILOU

POLE b-c

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200000}{32000} = 6,25$$

$$\alpha_e \cdot A_s = 6,25 \cdot 2454 = 15337,5 \text{ mm}^2$$

$$a_{gi} = \frac{750 \cdot 240 \cdot 180 + 500 \cdot 60 \cdot 30 + 15337,5 \cdot 43,5}{750 \cdot 240 + 500 \cdot 60 + 15337,5}$$

$$a_{gi} = 150,7 \text{ mm}$$

$$b_{gi} = h - a_{gi} = 300 - 150,7 = 149,3 \text{ mm}$$

$$I_i = \frac{1}{12} 750 \cdot 240^3 + 750 \cdot 240 (149,3 - 120)^2 + \frac{1}{12} 500 \cdot 60^3 + 500 \cdot 60 \cdot (150,7 - 30)^2 + 15337,5 \cdot (150,7 - 43,5)^2$$

$$I_i = 1,64 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

- URČENIE KRITICKÝM MOMENTOV NA MEZII VEĽKOU TRZLILY

- POLE a-b

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_i}{a_{gi}} = 2,9 \cdot \frac{1,64 \cdot 10^9}{155,1} = 20,794 \text{ kNm}$$

- POLE b-c

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_i}{a_{gi}} = 2,9 \cdot \frac{1,64 \cdot 10^9}{150,7} = 31,560 \text{ kNm}$$

- ZATÁŽENIE

- PRE PODROBNÝ VÝPOČET JEDNOTLIVÝM ZATÁŽENÍ VID' STRANA 1 AŽ 6

- PRE VÝPOČET MSP POUŽIJEM KVÁZISTÁLU KOMBINÁCIU ZATÁŽENÍ

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

[kWh/m]

POPIS ZATÁŽENIA	CHARAKTE- RISTICKÁ HODNOTA	SÚČ.	POUČITÁ HODNOTA
VLASTNÁ TIAŽ PREKLADU	5,250	—	5,250
STROP NA 1 MP	22,105	—	22,105
NOSNÁ STELA NA PREKLADĚ	3,780	—	3,780
PRIEČKA b; F_1 [kWh]	12,720	—	12,720
PRIEČKA c; F_2 [kWh]	12,720	—	12,720
PRIEČKA d; F_3 [kWh]	10,247	—	10,247
STREŠNÁ PLOŠŤ	11,417	—	11,417
UŽITOČNÉ ZATÁŽENIE	0,647	0,3	2,594
SNEHOVÉ ZATÁŽENIE	6,462	0,0	0,000

$$g = 5,250 + 22,105 + 3,780 + 11,417 = 42,560 \text{ kWh/m}$$

$$q_f = 2,594 \text{ kWh/m}$$

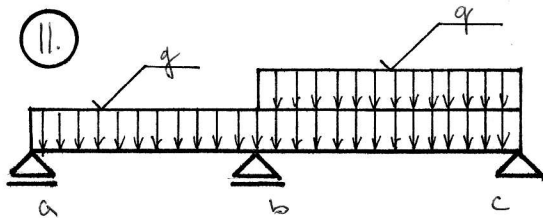
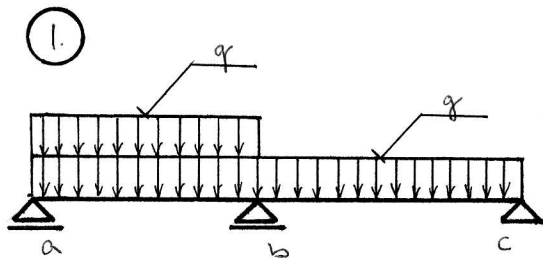
- ZATÁŽOVACIE STAVY

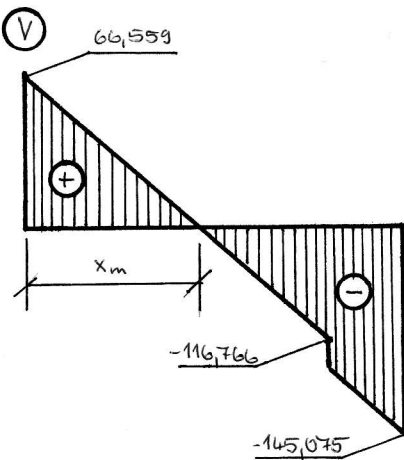
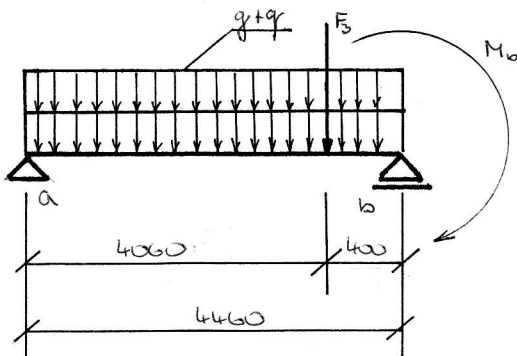
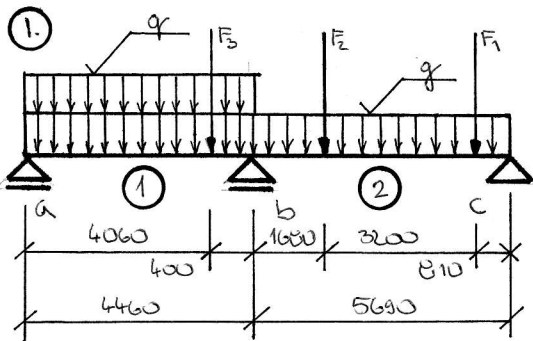
I. KOMBINÁCIA PRE MAXIMÁLNU PRIEČKU

V POLI a-b

II. KOMBINÁCIA PRE MAXIMÁLNU PRIEČKU

V POLI b-c





$$\textcircled{1} I_i = 1,54 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$\textcircled{2} I_i = 1,64 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

• VUĒTORNĒ SIŅŅU KOMBINĀCIJA 1.

POUŽĪTIE TRĪS-MOMENTUŅŅŅU ROVLĪC

$$\alpha_{ab} = \alpha_{ba} = \frac{l_{ab}}{3EI_i} = \frac{4460}{3 \cdot 32000 \cdot 1,54 \cdot 10^9} = 3,017 \cdot 10^{-11}$$

$$\alpha_{bc} = \alpha_{cb} = \frac{l_{bc}}{3EI_i} = \frac{5690}{3 \cdot 32000 \cdot 1,64 \cdot 10^9} = 3,614 \cdot 10^{-11}$$

$$\varphi_{ba} = \frac{(q+q)l_{ab}^3}{24 \cdot EI_i} + \frac{F_2 \cdot a \cdot b}{6 \cdot EI_i \cdot l_{ab}} (l_{bc} + a) =$$

$$= \frac{(42,56 + 2,594) \cdot 4460^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,54 \cdot 10^9} + \frac{10247 \cdot 4060 \cdot 400}{6 \cdot 32000 \cdot 1,54 \cdot 10^9 \cdot 4460}$$

$$\cdot (4460 + 4060) = 0,003495$$

$$\varphi_{bc} = \frac{q l_{bc}^3}{24 \cdot EI_i} + \frac{F_2 \cdot a \cdot b}{6 \cdot EI_i \cdot l_{bc}} (l_{bc} + b) + \frac{F_1 \cdot a \cdot b}{6 \cdot EI_i \cdot l_{bc}} (l_{bc} + b) =$$

$$= \frac{42,56 \cdot 5690^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,64 \cdot 10^9} + \frac{12723 \cdot 1600 \cdot 4010}{6 \cdot 32000 \cdot 1,64 \cdot 10^9 \cdot 5690}$$

$$+ \frac{12723 \cdot 4830 \cdot 810}{6 \cdot 32000 \cdot 1,64 \cdot 10^9 \cdot 5690} (5690 + 810) = 0,006872$$

- ROVLICA PĒRĒ MOMENT M_b

$$M_b (\alpha_{ba} + \alpha_{bc}) + \varphi_{ba} + \varphi_{bc} = 0$$

$$M_b (3,017 \cdot 10^{-11} + 3,614 \cdot 10^{-11}) + 0,003495 + 0,006872 = 0$$

$$M_b = 156,341 \text{ kNm}$$

- REAKCIJA R_b

$$4,46 \cdot R_b = 4,46 \cdot \frac{1}{2} (42,56 + 2,594) + 4,06 \cdot 10,247 + 156,341$$

$$R_b = 145,075 \text{ kN}$$

- REAKCIJA R_a

$$R_a = 4,46 \cdot (42,56 + 2,594) + 10,247 - R_b$$

$$R_a = 66,559 \text{ kN}$$

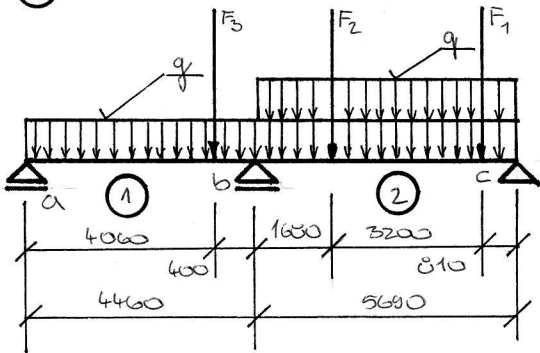
- MIESTO x MAX. MOMENTOM x_m

$$x_m = \frac{66,559 \cdot 4,06}{66,559 + 116,766} = 1,474 \text{ m}$$

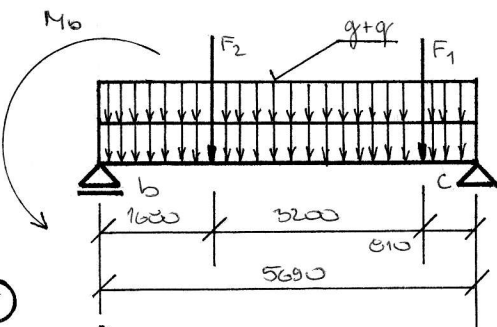
- MAXIMĀLŅŅŅU MOMENT M_{EK}

$$M_{EK} = 1,474 \cdot R_a - 1,474 \cdot \frac{1}{2} \cdot (q+q)$$

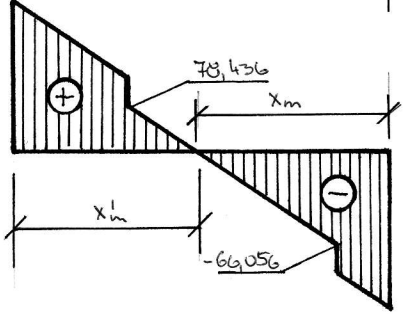
II.



Mo



V



- ① $I_i = 1,54 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$
- ② $I_i = 1,64 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

$$M_{EL} = 1,474 \cdot 66,559 - 1,474^2 \cdot \frac{1}{2} (42,56 + 2,594)$$

$$M_{EK} = 49,055 \text{ kNm}$$

• VLÜTORUĚ SILY KOMBILÁČIA II.

$$\alpha_{ab} = \alpha_{ba} = 3,017 \cdot 10^{-11}$$

$$\alpha_{bc} = \alpha_{cb} = 3,614 \cdot 10^{-11}$$

$$\varphi_{ba} = \frac{q \cdot l_{ab}^3}{24 EI_i} + \frac{F_3 a b}{6 EI_i l_{ab}} (l_{ab} + a) =$$

$$= \frac{42,56 \cdot 4460^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,54 \cdot 10^9} + \frac{10247 \cdot 4060 \cdot 400}{6 \cdot 32000 \cdot 1,54 \cdot 10^9 \cdot 4460} (4460 + 4060) = 0,003230$$

$$\varphi_{bc} = \frac{(q+q_1) l_{bc}^3}{24 EI_i} + \frac{F_2 \cdot a \cdot b}{6 EI_i l_{bc}} (l_{bc} + b) + \frac{F_3 \cdot a \cdot b}{6 EI_i l_{bc}} (l_{bc} + b) =$$

$$= \frac{(42,56 + 2,594) \cdot 4460^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,64 \cdot 10^9} + \frac{12720 \cdot 1600 \cdot 4010}{6 \cdot 32000 \cdot 1,64 \cdot 10^9 \cdot 5690} \cdot (5690 + 4010) + \frac{12720 \cdot 4800 \cdot 810}{6 \cdot 32000 \cdot 1,64 \cdot 10^9 \cdot 5690} (5690 + 810)$$

$$= 0,007251$$

-ROVNICA PRE MOMENT M_b

$$M_b (\alpha_{ba} + \alpha_{bc}) + \varphi_{ba} + \varphi_{bc} = 0$$

$$M_b (3,017 \cdot 10^{-11} + 3,614 \cdot 10^{-11}) + 0,003230 + 0,007251 = 0$$

$$M_b = 158,061 \text{ kNm}$$

-REAKCIA R_b

$$5,69 \cdot R_b = 5,69^2 \cdot \frac{1}{2} (42,56 + 2,594) + 4,01 \cdot 12,720 + 0,81 \cdot 12,720 + 158,061$$

$$R_b = 167,023 \text{ kN}$$

-REAKCIA R_c

$$R_c = 5,69 \cdot (42,56 + 2,594) + 2 \cdot 12,720 - R_b$$

$$R_c = 115,359 \text{ kN}$$

-MIESTO S MAX. MOMENTOM x_m

$$x_m = \left(3,2 - \frac{78,436 \cdot 3,2}{78,436 + 69,056} \right) + 0,81 = 1,465 + 0,81$$

$$x_m = 2,273 \text{ m}$$

$$x'_m = 5,69 - x_m = 3,417 \text{ m}$$

- MAXIMÁLNÝ MOMENT M_{EL}

$$M_{EL} = 2,273 \cdot R_c - 1,463 \cdot F_1 - 2,273^2 \cdot \frac{1}{2} (g + q)$$

$$M_{EL} = 2,273 \cdot 15,359 - 1,463 \cdot 12,720 - 2,273^2 \cdot \frac{1}{2} (42,56 + 2,594)$$

$$M_{EL} = 126,945 \text{ kNm}$$

• POSUDEK NA VEIK TRHLIU

POLE a b

$$M_{EL} > M_{cr}$$

$$49,055 > 20,794 \Rightarrow \text{VEIKLÚTRHLIU}$$

POLE b c

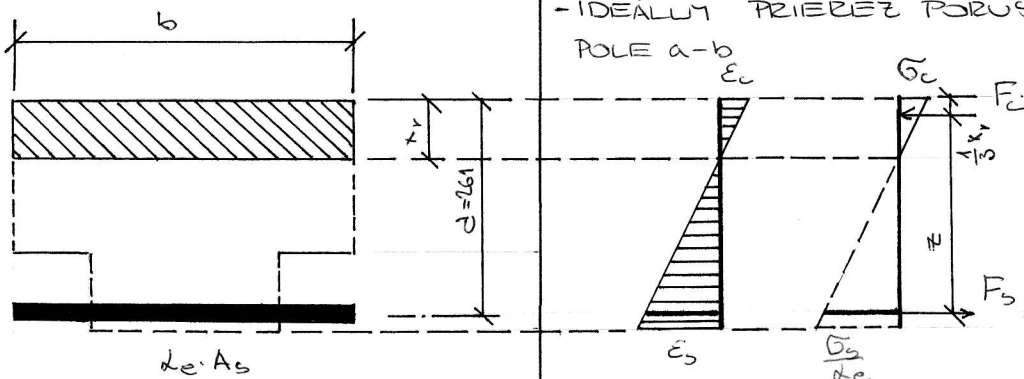
$$M_{EL} > M_{cr}$$

$$126,945 > 31,560 \Rightarrow \text{VEIKLÚTRHLIU}$$

- Z POROVANIA VPLÝVA ŽE JE LUTIE
POČÍTAT S PORUŠENÝM PRIEREZOM

• PRIEREZOVÉ CHARAKTERISTIKY

- IDEÁLNY PRIEREZ PORUŠENÝ TRHLIAMI
POLE a-b



$$F_c = \frac{1}{2} \sigma_c \cdot x_r \cdot b = \frac{1}{2} \epsilon_c \cdot E_{cm} \cdot x_r \cdot b$$

$$F_s = \sigma_s \cdot A_s = E_s \cdot \epsilon_s \cdot A_s$$

$$\frac{\epsilon_s}{d - x_r} = \frac{\epsilon_c}{x_r} \Rightarrow \epsilon_s = \frac{\epsilon_c}{x_r} (d - x_r)$$

ZO SÍLOVEJ ROVMIEKY

$$0 = F_c - F_s$$

$$0 = \frac{1}{2} \varepsilon_c \cdot E_{cm} \cdot x_r \cdot b - E_s \cdot \frac{\varepsilon_c}{x_r} (d - x_r) \cdot A_s$$

$$0 = \frac{1}{2 \alpha_e} \cdot b \cdot x_r^2 + A_s \cdot x_r - A_s \cdot d$$

$$0 = \frac{1}{2 \cdot 6,25} \cdot 750 \cdot x_r^2 + 1005 \cdot x_r - 1005 \cdot 261$$

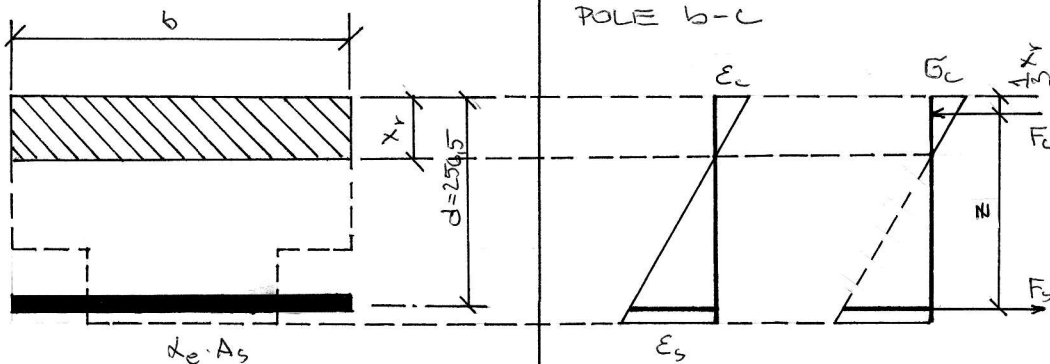
$$x_r = 50,3 \text{ mm}$$

- MOMENT ZOTRVACĽOSTI PORUŠENÉHO PRIEREZU

$$I_{cr} = \frac{1}{3} b x_r^3 + \alpha_e \cdot A_s \cdot (d - x_r)^2 = \frac{1}{3} \cdot 750 \cdot 50,3^3 + 6,25 \cdot 1005 \cdot (261 - 50,3)^2$$

$$I_{cr} = 3,08 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

- IDEÁLNY PRIEREZ PORUŠENÝ TRHLIČOU POLE b-c



$$0 = \frac{1}{2 \alpha_e} b \cdot x_r^2 + A_s \cdot x_r - A_s \cdot d$$

$$0 = \frac{1}{2 \cdot 6,25} \cdot 750 \cdot x_r^2 + 2454 \cdot x_r - 2454 \cdot 256,5$$

$$x_r = 84 \text{ mm}$$

- MOMENT ZOTRVACĽOSTI PORUŠENÉHO PRIEREZU

$$I_{cr} = \frac{1}{3} \cdot b \cdot x_r^3 + \alpha_e \cdot A_s (d - x_r)^2 = \frac{1}{3} \cdot 750 \cdot 84^3 + 6,25 \cdot 2454 (256,5 - 84)^2$$

$$I_{cr} = 6,05 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

• PRIEHTY PŘI KVÁZI-STÁLOM ZATÁŽENÍ
PO ZHOTOVENÍ (ZABUDOVALÍ)

• Vektorie síly spočítam pomocou
troj-momentovej rovnice tým že
uhradím $E_{cm} \cdot I_i \Rightarrow E_{cm} \cdot I_{cv}$. Z tohoto
dôvodu sa časť nadpodporového
momentu presunie do priľahlých
polí a-b, b-c. Zmeu sa maximálny
moment M_{ek} a taktiež jeho poloha
 x_m . Ďalej uvediem leu hodnotu x_m
spôsob výpočtu je rovnaký ako na
strane 36 až 38.

- POLE a-b (kombinácia I.)

$$x_m = 1,536 \text{ m (v tomto mieste zistím priehty)}$$

- POLE b-c (kombinácia II.)

$$x'_m = 3,363 \text{ m (v tomto mieste zistím priehty)}$$

- PRE VÝPOČET PRIEHTU POUŽIJEM
CLEBSCHOVÚ METÓDU
POLE a-b (kombinácia I.)

- PŘEBEH OUBOVÝCH MOMENTOV

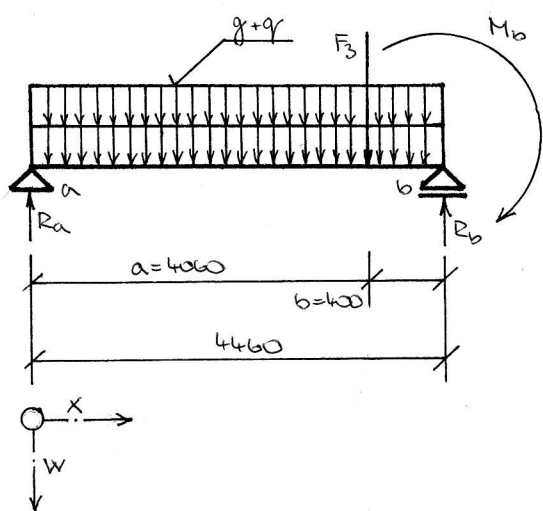
$$M(x) = R_a \cdot x - \frac{1}{2} x^2 (g + q) \Big| - F_3 \cdot (x - a)$$

- DIFERENCIÁLNÁ ROV. $x = 4,06$

$$EI w'' = -M(x) = -R_a x + \frac{1}{2} x^2 (g + q) \Big| + F_3 (x - a)$$

$$EI w' = -R_a \frac{x^2}{2} + \frac{1}{6} x^3 (g + q) \Big| + F_3 \frac{(x-a)^2}{2} + \bar{C}_1$$

$$EI w = -R_a \frac{x^3}{6} + \frac{1}{24} x^4 (g + q) \Big| + F_3 \frac{(x-a)^3}{6} + \bar{C}_1 x + \bar{C}_2$$



- Z OKRATOVÝM PODMIEUOK VPLYVA

$$w_{(0)} \Rightarrow \bar{c}_2 = 0$$

$$w_{(l_{ab})} \Rightarrow 0 = -R_a \frac{l_{ab}^3}{6} + \frac{1}{24} l_{ab}^4 (q+q) + F \frac{(l_{ab}-a)^3}{6} + \bar{c}_1 \cdot l_{ab}$$

$$0 = -70653 \cdot \frac{4460^3}{6} + \frac{1}{24} \cdot 4460^4 \cdot 45,905 + 10247 \cdot \frac{(4460-4060)^3}{6} + \bar{c}_1 \cdot 4460$$

$$\bar{c}_1 = 6,42 \cdot 10^{10} \text{ Nmm}^2$$

- VÝSLEDNÝ TVAR ROVLICE OMBOVEJ ČIAR (JEDNOTLY: mm, N)

$$EI_w \cdot w = \left[-R_a \frac{x^3}{6} + \frac{1}{24} x^4 (q+q) \right] + F \frac{(x-a)^3}{6} + 6,42 \cdot 10^{10} \cdot x$$

$x > 406$

- PRIEHLB V MIESTE x_m V POLI ab

$$x_m = 1536 \text{ mm}$$

$$32000 \cdot 3,08 \cdot 10^8 \cdot w = -70653 \cdot \frac{1536^3}{6} + \frac{1}{24} \cdot 1536^4 \cdot 45,905 + 6,42 \cdot 10^{10} \cdot 1536$$

$$w = 6,76 \text{ mm}$$

- LIMITNÁ HODNOTA PO ZABUDOVALI WOLŠTE.

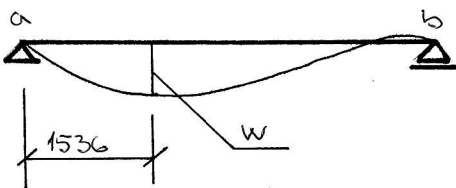
$$w_{lim} = \frac{l_{ab}}{500} = \frac{4460}{500} = 8,92 \text{ mm}$$

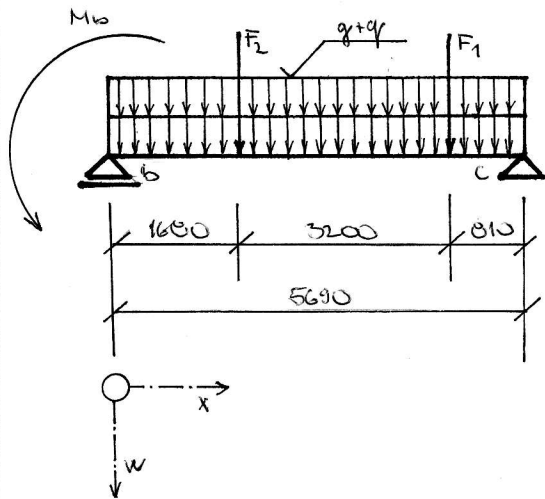
$$w < w_{lim}$$

$$6,76 < 8,92 \Rightarrow \text{MHOWJE}$$

POZL.

SPOČITAL SOM PRIEHLB V MIESTE MAXIMÁLNEHO OMBOVÉHO MOMENTU. ROZDIEL MEDZI MAXIMALNYM PRIEHLBOM A SPOČÍTANÝM PRIEHLBOM JE ZAJEDBATEĽNÝ.





POLE b-c (KOMBIKÁCIA II.)

- PRIEBEH OUBOVŇTÝCH MOMENTOV

$$M(x) = -M_b + R_b \cdot x - \frac{1}{2} x^2 g \left| -F_2 (x-a) \right| - F_1 (x-(a+b))$$

$x > 1,60 \quad x > 4,80$

- DIFERENCIÁLNÁ ROVNICA

$$EI w'' = -M(x) = M_b - R_b \cdot x + \frac{1}{2} x^2 g \left| +F_2 (x-a) \right| + F_1 (x-(a+b))$$

$x > 1,60 \quad x > 4,80$

$$EI w' = M_b x - R_b \frac{x^2}{2} + \frac{1}{6} x^3 g \left| +F_2 \frac{(x-a)^2}{2} \right| + F_1 \frac{(x-(a+b))^2}{2} + \bar{C}_1$$

$x > 1,60 \quad x > 4,80$

$$EI w = M_b \frac{x^2}{2} - R_b \frac{x^3}{6} + \frac{1}{24} x^4 g \left| +F_2 \frac{(x-a)^3}{6} \right| + F_1 \frac{(x-(a+b))^3}{6} + \bar{C}_1 x + \bar{C}_2$$

$x > 1,60 \quad x > 4,80$

- Z OKRAJOVÝCH PODMIENOK

$$w_{(0)} \Rightarrow \bar{C}_2 = 0$$

$$w_{(l_{bc})} \Rightarrow 0 = M_b \cdot \frac{l_{bc}^2}{2} - R_b \frac{l_{bc}^3}{6} + \frac{1}{24} l_{bc}^4 \cdot g + F_2 \frac{(l_{bc}-a)^3}{6} +$$

$$+ F_1 \frac{(l_{bc}-(a+b))^3}{6} + \bar{C}_1 \cdot l_{bc}$$

$$0 = 146,640 \cdot 10^6 \cdot \frac{5690^2}{2} - 167301 \cdot \frac{5690^3}{6} +$$

$$+ \frac{1}{24} \cdot 5690^4 \cdot 45,905 + 12720 \frac{(5690-1600)^3}{6} +$$

$$+ 12720 \cdot \frac{(5690-4800)^3}{6} + \bar{C}_1 \cdot 5690$$

$$\bar{C}_1 = 1,09 \cdot 10^{11} \text{ Nmm}^2$$

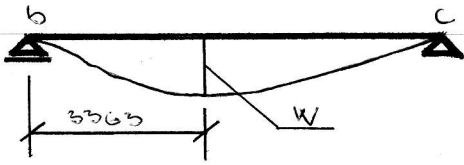
- VÝSLEDNÝ TVAR ROVNICE OUBOVNEJ ČIARY

(JEDNOTLIV: N, mm)

$$EI w = \left[M_b \frac{x^2}{2} - R_b \frac{x^3}{6} + \frac{1}{24} x^4 g \left| +F_2 \frac{(x-a)^3}{6} \right| + F_1 \frac{(x-(a+b))^3}{6} \right] +$$

$x > 1,60 \quad x > 4,80$

$$+ 1,09 \cdot 10^{11} \cdot x$$



- PRIECH V MIESTE x_m^i V POLI b-c

$$x_m^i = 3363 \text{ mm}$$

$$32000 \cdot 6,05 \cdot 10^6 \cdot W = 146,64 \cdot 10^6 \cdot \frac{3363^2}{2} - 167321 \frac{3363^3}{6} +$$

$$+ \frac{1}{24} \cdot 3363^4 \cdot 45,905 +$$

$$+ 12720 \cdot \frac{(3363 - 1680)^3}{6} + 1,09 \cdot 10^{11} \cdot$$

$$\cdot 3363$$

$$W = 20,11 \text{ mm}$$

- LIMITNÁ HODNOTA PO ZABUDOVANÍ KOLUŠTE.

$$W_{\text{lim}} = \frac{l_{oc}}{500} = \frac{5690}{500} = 11,38 \text{ mm}$$

$$W < W_{\text{lim}}$$

$$20,11 < 11,38 \Rightarrow \text{NEVHODNÉ}$$

• PRIECHS PRI KVÁZI-STÁLOM ZATAŽENÍ
S VPLYVOM DOTVAROVANIA BETÓNU

- VPLYV DOTVAROVANIA ZAHŔNIEM DO VÝPOČTU

AKO EFEKTÍVNY MODUL PRUŽNOSTI $E_{c,eff}$ (STR. 33)

- TOTO MA VPLYV NA Pomer MODULOV PRUŽNOSTÍ

k_c A PRETO DOJDE AJ K ZMEĽE MOMENTU

ZOTRVAČNOSTI PORUŠENÉHO IDEÁLNEHO

PRIEREZU (HODNOTA I_{cr})

- ÚPRAVA PORUŠENÉHO PRIEREZU V POLI a-b

$$k_c = \frac{E_s}{E_{c,eff}} = \frac{200000}{10000} = 20$$

$$0 = \frac{1}{2k_c} \cdot b \cdot x_r^2 + A_s \cdot x_r - A_s \cdot d$$

$$0 = \frac{1}{2 \cdot 20} \cdot 750 \cdot x_r^2 + 1005 \cdot x_r - 1005 \cdot 261$$

$$x_r = 94,5 \text{ mm}$$

$$I_{cr} = \frac{1}{3} b \cdot x_r^3 + k_e A_s (d - x_r)^2$$

$$I_{cr} = \frac{1}{3} \cdot 750 \cdot 94,5^3 + 20 \cdot 1005 \cdot (261 - 94,5)^2$$

$$I_{cr} = 7,68 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

- ÚPRAVA PORUŠENÉHO PRIEREZU V POLI b-c

$$k_e = 20$$

$$0 = \frac{1}{2k_e} \cdot b \cdot x_r^2 + A_s \cdot x_r - A_s \cdot d$$

$$0 = \frac{1}{2 \cdot 20} \cdot 750 \cdot x_r^2 + 2454 \cdot x_r - 2454 \cdot 256,5$$

$$x_r = 129,1 \text{ mm}$$

$$I_{cr} = \frac{1}{3} b \cdot x_r^3 + k_e A_s \cdot (d - x_r)^2 = \frac{1}{3} \cdot 750 \cdot 129,1^3 + 20 \cdot 2454 \cdot (256,5 - 129,1)^2$$

$$I_{cr} = 1,33 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

- OHYBOVÁ TUHOSŤ V POLI a-b

$$I_{cr} \cdot E_{ceff} = 7,68 \cdot 10^8 \cdot 10\,000 = 7,68 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

- OHYBOVÁ TUHOSŤ V POLI b-c

$$I_{cr} \cdot E_{ceff} = 1,33 \cdot 10^9 \cdot 10\,000 = 1,33 \cdot 10^{13} \text{ Nmm}^2$$

- VPLYVOM ZMEN OHYBOVÝCH TUHOSŤÍ

DOJDE K REDISTRIBÚCII MOMENTOV

ČÍŽE AŽ K ZMELE POLOHU MAXIMÁLNEHO

MOMENTU. ĎALEJ UVEDIEM LEH ÚDLOTU

x_m ČÍŽE POLOHU MAXIMÁLNEHO MOMENTU.

SPÔSOB VÝPOČTU JE ROVLAKNÝ AHO

NA STRANÁCH 36 AŽ 37. ÚDLOTU x_m

POSADÍM DO ROVNICE OHYBOVEJ ČIARY

KTORÚ SOM ODVODIL PRE TIEDLOTVIVÉ

KOMBILÁCIE NA STRANÁCH 40 AŽ 43.

SAMOZREJME S ÚPRAVOU OHYBOVOU

TUĻĪSTĪŅU $E_{\text{cietais}} \cdot I_{cr}$.

- POLE a-b (KOMBILĀCIJA I.)

$$x_m = 1,526 \text{ m}$$

- POLE b-c (KOMBILĀCIJA II.)

$$x_m^I = 3,374 \text{ m}$$

- PRIEĻMIS V MIESTE x_m V POLI a-b

ROVNICA OUBOĒVĒJ ČĪART (STRĀJA 40)

$$EIw = -R_a \frac{x^3}{6} + \frac{1}{24} x^4 (g+q) \Big| + F_3 \frac{(x-a)^3}{6} + \bar{C}_1 x + \bar{C}_2$$

$x = 4,06$

Z OKRAJONĪM PODMIEUOK

$$w_{(0)} \Rightarrow C_2 = 0$$

$$w_{(l_{ab})} \Rightarrow C_1 = 6,26 \cdot 10^{10} \text{ Nmm}^2$$

VĪSLEDUĪ TVAR ROVNICE OUBOĒVĒJ ČĪART

$$EIw = \left[-R_a \frac{x^3}{6} + \frac{1}{24} x^4 (g+q) \Big| + F_3 \frac{(x-a)^3}{6} \right] + 6,26 \cdot 10^{10} \cdot x$$

$x = 4,06$

- PRIEĻMIS V MIESTE x_m V POLI a-b

$$x_m = 1526 \text{ mm}$$

$$7,65 \cdot 10^{12} \cdot w = -70160 \cdot \frac{1526^3}{6} + \frac{1}{24} \cdot 1526^4 \cdot 45,905 + 6,26 \cdot 10^{10} \cdot 1526$$

$$w = 0,30 \text{ mm}$$

- LIMITNĀ ĻODĻOTA PRE PRIEĻMIS S

DOTVĀROVALĪM (ĻUDĻOBT PRIEĻMIS)

$$w_{\text{lim}} = \frac{l_{ab}}{250} = \frac{4460}{250} = 17,84 \text{ mm}$$

$$w < w_{\text{lim}}$$

$$0,30 < 17,84 \Rightarrow \text{VĪKĻOTĒ}$$

- PRIEHTB V MIESTE x'_m V POLI b-c

ROVNICA OLYBOVEJ ČIARY (STRANA 42)

$$EIW = M_b \frac{x^2}{2} - R_b \frac{x^3}{6} + \frac{1}{24} x^4 (q+q) \Big|_{x=160}^{x=4,55} + F_2 \frac{(x-a)^3}{6} \Big|_{x=160}^{x=4,55} + F_1 \frac{(x-(a+b))^3}{6} + \bar{C}_1 \cdot x + \bar{C}_2$$

Z OVRATOVÝM PODMIEŤOK

$$W_b) \Rightarrow \bar{C}_2 = 0$$

$$W_{(b,c)} \Rightarrow C_1 = 1,03 \cdot 10^{11} \text{ Nmm}^2$$

VÝSLEDNÝ TVAR ROVNICE OLYBOVEJ ČIARY

$$EIW = \left[M_b \frac{x^2}{2} - R_b \frac{x^3}{6} + \frac{1}{24} (q+q) x^4 \Big|_{x=160}^{x=4,55} + F_2 \frac{(x-a)^3}{6} \Big|_{x=160}^{x=4,55} + F_1 \frac{(x-(a+b))^3}{6} \right] + 1,03 \cdot 10^{11} \cdot x$$

PRIEHTB V MIESTE x'_m V POLI b-c

$$x'_m = 3374 \text{ mm}$$

$$1,33 \cdot 10^{13} \cdot W = 149,52 \cdot 10^6 \frac{3374^2}{2} - 167807 \frac{3374^3}{6} + \frac{1}{24} 45,935 \cdot 3374^4 + 12720 \frac{(3374-1600)^3}{6} + 1,03 \cdot 10^{11} \cdot 3374$$

$$W = 20,76 \text{ mm}$$

- LIMITNÁ HODNOTA PRE PRIEHTB S

DOTVAROVANÍM (DLHODOBÝ PRIEHTB)

$$W_{\text{lim}} = \frac{l_{bc}}{250} = \frac{5690}{250} = 22,76 \text{ mm}$$

$$W < W_{\text{lim}}$$

$$20,76 < 22,76 \Rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$$

• SUMARIZÁCIA PRIEMEROV

[mm]

TYP PRIEMERU	POLE	W	W _{lim}	POSUDOK
OKAMŽITÝ	a-b	6,76	0,92	VYHOVUJE
DLHODOBÝ	a-b	0,30	17,04	VYHOVUJE
OKAMŽITÝ	b-c	20,11	11,30	NEVYHOVUJE
DLHODOBÝ	b-c	20,76	22,76	NEVYHOVUJE

Z TABULKY A POSUDKOV VÍDIA ŽE POLE b-c JE NEVYHOVUJÚCE NA II. MS. ABY POLE b-c VYHOVELO NA PRIEMER BOLA BY LUTIA VÍŠKA O 50 mm VÄČŠIA ČIŽE $h = 350$ mm. PRIEMER VŠIEL CIA 10 mm TÚTO HODNOTU SOM ZISKAL Z PROGRAMU EXCEL KDE SOM SPRACOVAL POSTUP VÝPOČTU PRIEMERU. AVŠAK TÁTO HODNOTA UZAHŔUJE PRÍRASTOK NASTUJEJ TIAŽE PRETO UVAŽUJEM S REZERVOU OPROTI LIMITNEJ HODNOTE PRIEMERU.

VMESĒLIE STROPLŪM NOSLĪKOV

DO TREKLĀDU

• ZĀTĀZĒLIE

POPIS	g_k [kN/m ²]	f_{yg}	M_{bk}	M_{bd}
STROP	5,115	1,35	0,514	11,494
UŽĪTOŪJE	2,000	1,50	3,353	5,000
PREČKA b,c	3,752	1,35	5,861	7,913
		Σ	17,700	24,407

POZŪ. → HODĻOTI M_b PREBERĀM SO ZĒ. 1m

• KONSTRUKČĪE ZĀGADĪ

1) MINIMĀĻĀ A MAXIMĀĻĀ PĻOMA VĪSTUŽE

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \left(\frac{2,9}{500} \right) \cdot 420 \cdot 213$$

$$A_{s,min} = 135 \text{ mm}^2 \rightarrow 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 420 \cdot 213$$

$$135 > 116$$

$$A_{s,min} = 135 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 420 \cdot 250 = 4200 \text{ mm}^2$$

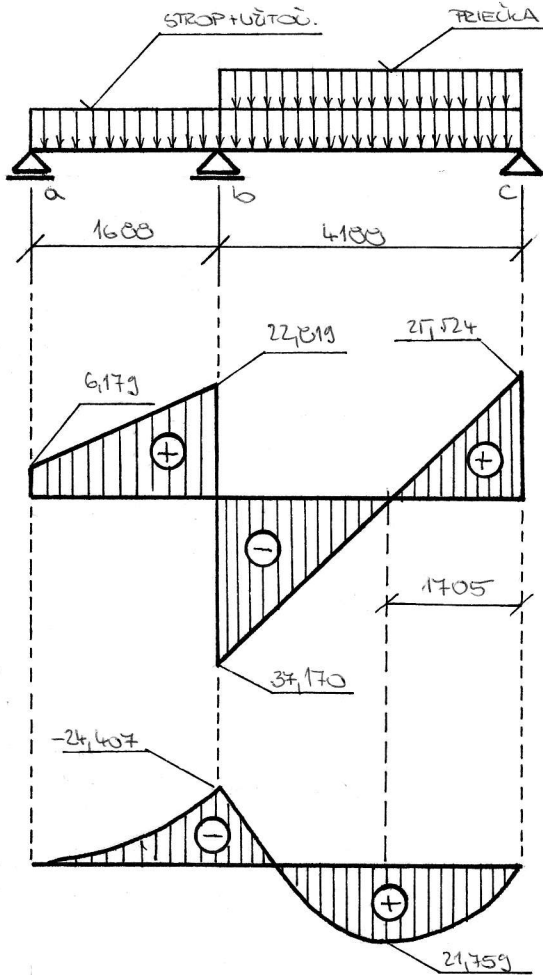
INTERVAL PRE VĀRĪZU VĪSTUŽE $A_s \in (135; 4200) \text{ mm}^2$

2) MAXIMĀĻĀ A MINIMĀĻĀ VĒDIALEĻOSTĒ POZDĪZĒJ VĪSTUŽE

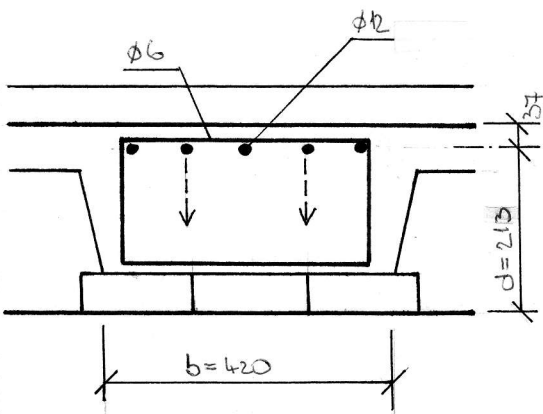
$$s_{max} = 200 \text{ mm}$$

$$s_{min} = \max \{ \phi_{s,max}; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \} = \{ 12; 21; 20 \}$$

$$s_{min} = 21 \text{ mm}$$



PRIEREŽ



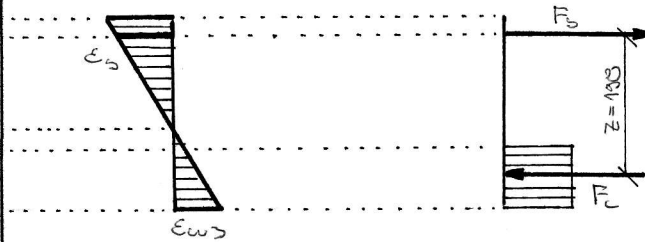
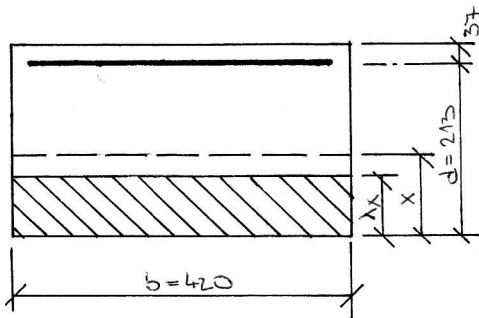
• NÁVRH VĚSTUJE OVMIS NAD PODPOROU

$$M_{ed} = 24,407 \text{ kNm}$$

$$\text{VĚSTUJE } 5 \phi 12 \Rightarrow A_s = 565 \text{ mm}^2$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{565 \cdot 434,0}{420 \cdot 0,8 \cdot 20} = 36,55 \text{ mm}$$

$$\lambda x = 0,8 \cdot x = 0,8 \cdot 36,55 = 29,24 \text{ mm}$$



$$z = d - \frac{\lambda x}{2} = 213 - \frac{29,24}{2} = 190 \text{ mm}$$

$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 565 \cdot 434,0 \cdot 190 = 48,641 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} > M_{ed}$$

$$48,641 > 24,407 \Rightarrow \text{MHOVJE}$$

- KONTROLA PŘETVORENIA VĚSTUJE

$$\epsilon_{yd} = 0,0022 = 2,2 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{ws}}{x} (d - x) = \frac{0,0037}{36,55} (213 - 36,55) = 0,0169 = 16,9 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_s > \epsilon_{yd}$$

$$16,9 > 2,2 \Rightarrow \text{MHOVJE}$$

- KONTROLA MIN. A MAX. PLOCHY VĚSTUJE

$$A_{s \min} < A_s \Rightarrow 135 < 565 \Rightarrow \text{MHOVJE}$$

$$A_{s \max} > A_s \Rightarrow 4200 > 565 \Rightarrow \text{MHOVJE}$$

- KONTROLA VĚDÁLEKOSTI VĚSTUJE

VĚSTUJE BUDE ROZLOŽENÁ PODĽA

VĚSTUJE PŘEKVLADU (PŘICHTENÁ K STRMELŤOM)

ZA DODRŽANIA KONŠTRUKČNÝM ZÁKAD

- NÁVRH 5φ12 MHOVJE

• NÁVRH VĚSTUJE NA ŠMYK

PODĀ TABULIEK FIRMY HELUZ (VIDĚ. PŘÍLOHA)

JE ŠMYKOVĀ ÚLOŽNOST $V_{Re} = 43,54 \text{ kN}$.

$$V_{Re} \geq V_{Ed}$$

$$43,54 \geq 37,17 \Rightarrow \text{MHOVJE}$$

- VĚSELENIE POMOCOU OUBYOV

$$2 \phi 12 \Rightarrow A_s = 226 \text{ mm}^2$$

$$F = A_s \cdot A_d = 226 \cdot 434,0 = 98,265$$

$$V_{Rd0} = F \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rd0} = 98,265 \cdot \sin 60$$

$$V_{Rd0} = 85,100 \text{ kN}$$

- REAKCIA

$$R = 37,17 + 22,019 = 59,189 \text{ kN}$$

- POSUDOK

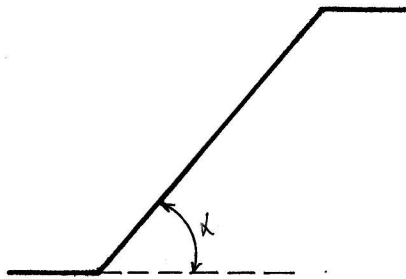
$$V_{Ed0} \geq R$$

$$85,100 \geq 59,189 \Rightarrow \text{MHOVJE}$$

NÁVRH NA VĚSELENIE STROPŮM

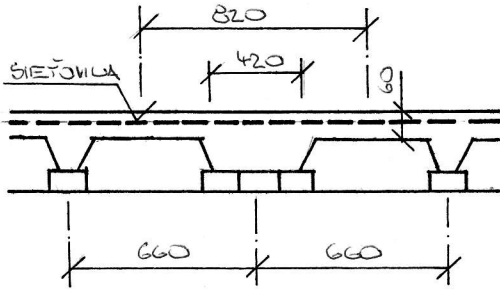
NOŠLIŇOV POD PŘEČNOU B, C

MHOVJE

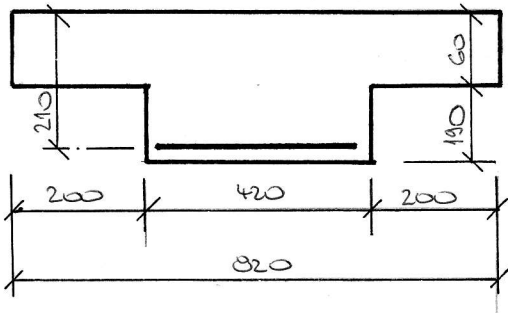


SKLOL OUBYU $\alpha = 60^\circ$

SKUTOČNÝ PRIEREZ



IDEALIZOVANÝ PRIEREZ



POLOHU VÝSTUŽE PREDPOKLADÁM

$A_s = 679 \text{ mm}^2$ (6 $\phi 12$)

POSUDOK VÝSTUŽE OULIČ V TBLI

b - ZATAŽOVACIA ŠÍRKA

b_{ef} - SPOLUPŮSOBIACA ŠÍRKA

$l_0 = 0,05 \cdot l_1 = 0,05 \cdot 4100 = 3560 \text{ mm}$

$b_{ef1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot l_0 = 0,2 \cdot \left(\frac{820}{2} - \frac{420}{2}\right) + 0,1 \cdot 3560$

$b_{ef1} = 396 \text{ mm}$

$b_{ef} = 2 \cdot b_{ef1} + b_w = 2 \cdot 396 + 420 = 1212 \text{ mm}$

$b_{ef} \approx b$

$1212 \approx 820 \Rightarrow$ AKO SPOLUPŮSOBIACU ŠÍRKA

POUŽIJEM $b = 820 \text{ mm}$

$F_c = F_s \Rightarrow A_c \cdot f_{cd} = A_s \cdot f_{yd}$

$A_c = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{679 \cdot 434,0}{20} = 14761 \text{ mm}^2$

$\lambda x = \frac{A_c}{b} = \frac{14761}{820} = 18 \text{ mm}$

$x = \frac{18}{0,8} = 22,5 \text{ mm}$

- KONTROLA PRETVOREŇA VÝSTUŽE

$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{ws}}{x} (d - x) = \frac{0,0035}{22,5} (210 - 22,5)$

$\epsilon_s = 0,0292 = 29,2 \text{ ‰}$

$\epsilon_{yd} < \epsilon_s$

$2,2 < 29,2 \Rightarrow$ VYHODNE

- MOMENTOVÁ ÚJACLOSŤ

$M_{ed} = A_s \cdot f_{yd} \left(d - \frac{\lambda x}{2}\right) = 679 \cdot 434,0 \left(210 - \frac{18}{2}\right)$

$M_{ed} = 59,341 \text{ kNm}$

POSUDOK

$M_{ed} \approx M_{el}$

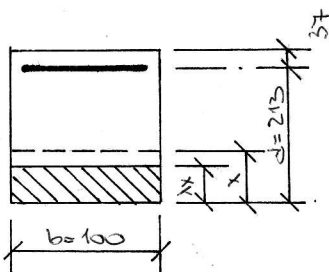
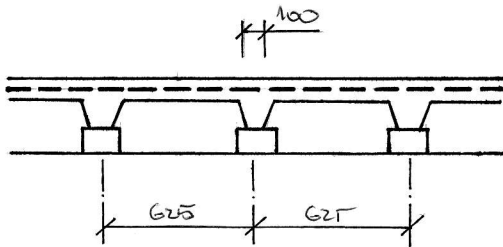
$59,341 \approx 17,842 \Rightarrow$ VYHODNE

\rightarrow ZATAŽOVACIA ŠÍRKA

$M_{ed} = 0,02 \cdot 21,759 = 17,842 \text{ kNm}$

\rightarrow MOMENT URČENÝ

NA 1m



• NÁVRH VÝSTUŽE OBYČ LAD PODPOROU
ZATIAŽOVACIA SÍRKA

$$b = 0,225 \text{ m}$$

$$M_{Ed}^1 = 0,625 \cdot M_{Ed} = 0,625 \cdot 16,494 = 10,309 \text{ kNm}$$

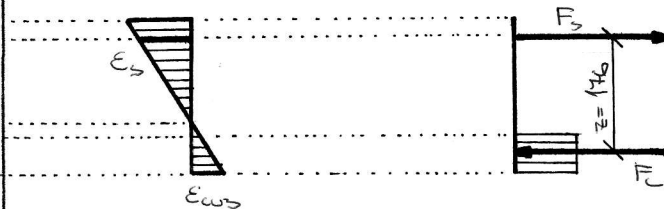
$$M_{Ed} = (\text{STROP} + \text{UŽITOČNÉ})$$

$$M_{Ed} = 11,494 + 5,000 = 16,494 \text{ kNm (STALOVÉLEŤ NAM')}$$

$$\text{VÝSTUŽ} \quad 3 \phi 12 \Rightarrow A_s = 339 \text{ mm}^2$$

$$x = \frac{A_s \cdot A_d}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{339 \cdot 434,0}{100 \cdot 0,8 \cdot 20} = 92,12 \text{ mm}$$

$$\lambda x = 0,8 \cdot 92,12 = 73,70 \text{ mm}$$



$$z = d - \frac{\lambda x}{2} = 213 - \frac{73,7}{2} = 176 \text{ mm}$$

-KONTROLA PRETVORENIA

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{ws}}{x} (d - x) = \frac{90037}{92,12} (213 - 92,12)$$

$$\epsilon_s = 0,0046 = 4,6 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_s > \epsilon_{yd}$$

$$4,6 > 2,2 \Rightarrow \text{VYHODNE}$$

-MOMENTOVÁ ÚČINNOSŤ

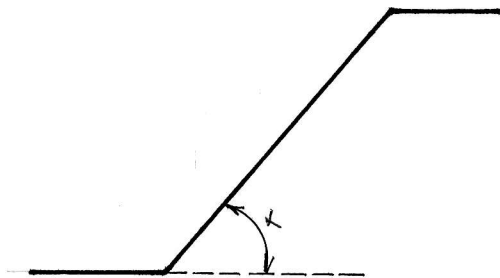
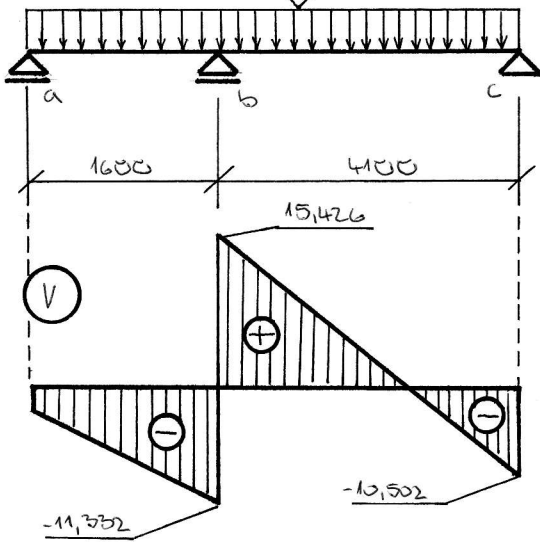
$$M_{Rd} = A_s \cdot A_d \cdot z = 339 \cdot 434,0 \cdot 176$$

$$M_{Rd} = 25,942 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = M_{Ed}^1$$

$$25,942 \geq 10,309, \Rightarrow \text{VYHODNE}$$

ZATÁŽOVACIA ŠÍRKA 625mm
STROP + VŮTŮ



SMLOU OUKYBU $\alpha = 60^\circ$

• NÁVRH VŮSTUŽE NA ŠMYK

PODĚL TABULIEK FIRMY HELUZ (VÍD. PŘÍLOHA)

JE ŠMYKOVÁ ÚČASNOST $V_{Rd} = 43,54 \text{ kN}$

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$43,54 \geq 15,426 \Rightarrow \text{MHOVJE}$$

- VŮSESELIE POMOCÍ OUKYBŮ

$$1\phi 12 \Rightarrow A_s = 113 \text{ mm}^2$$

$$F = A_s \cdot \sigma_{yk} = 113 \cdot 434,0 = 49,132 \text{ kN}$$

$$V_{Rd0} = F \cdot \sin \alpha = 49,132 \cdot \sin 60$$

$$V_{Rd0} = 42,549 \text{ kN}$$

- REAKCIA

$$R = 11,332 + 15,426 = 26,758 \text{ kN}$$

- POSUDOK

$$V_{Rd0} \geq R$$

$$42,549 \geq 26,758 \Rightarrow \text{MHOVJE}$$

NÁVRH NA VŮSESELIE JEDNOTLIVÝCH

STROPLŤM KOBŮTŮM MHOVJE

POZV.

UDLOTA 0,62T JE ZATÁŽOVACIA ŠÍRKA STROPU (OSOVÁ VEDIALELOSŤ MEDZI NOSNÍKMI). UDLOTA MOMENTU 21,759 JE STALOVELÁ LA 1m.

• POSUDOK NA OULB V POLI

$$M'_{Ed} = 0,625 \cdot 21,759 = 13,6 \text{ kNm}$$

UDLOTA 21,759 JE EXTREMNA UDLOTA KTORÁ NEREBOSÍ V STROPE AVŠAK KEĎ SA PREKÁŽE ÚNOSLOSŤ AJ LA TELTO MOMENT TAK NOSNÍK BUDE VYHOVOVAŤ PRETO LEIŽO V TEJTO UDLOTE JE ZABUDUTÁ AJ TIAŽ PRIEČNY KTORÁ SA LA STROPE LACHÁDZA LEU NAD STROJE-
-NÍMI NOSNÍKMI. PODĽA TABULIEK FIRMI HELUZ JE ÚNOSLOSŤ $M_{Ed} = 20,47 \text{ kNm}$

POSUDOK

$$M_{Ed} \geq M'_{Ed}$$

$$20,47 \geq 13,6 \Rightarrow \text{VYHOVJE}$$

POZDĽŽNÝ ŠMYK MEDZI DOBOU A STROPNÝM NOSNÍKOM POD PRIEČNOM

$$\Delta X = \frac{1705}{2} = 852,5 \text{ mm}$$

ΔX - POLOVICA VEDIALELOSŤI MEDZI PRIEREZOM S MAXIMÁLLYM M_{Ed} A S KULOVÝM M_{Ed} .

VID. STRAHA 48.

- SILA V PRIEREZE F_d

$$F_d = \frac{M_{Ed}}{z} = \frac{21,759}{0,201} = 108,254 \text{ kN}$$

- SILA V JEDLOM KRÍDELKU ΔF_d

$$\Delta F_d = \frac{200}{820} \cdot F_d = \frac{200}{820} \cdot 108,254 = 26,403 \text{ kN}$$

↳ POMER $\frac{b_{ef1}}{b_{ef}}$

- ŠTYROVÉ NAPĚTIE N_{Ed}

$$N_{Ed} = \frac{\Delta F_d}{h \cdot AX} = \frac{26403}{60 \cdot 0,525} = 0,516 \text{ MPa}$$

↳ VÍŠNA DOBETOLAVKY

- NÁVRHOVÁ PEKLOSŤ BETÓNU V TĚLU f_{ctd}

$$f_{ctd} = k_{ct} \cdot 0,7 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_c} = 1,0 \cdot 0,7 \cdot \frac{2,9}{1,5} = 1,353 \text{ MPa}$$

- POSUDOK

$$N_{Ed} \leq 0,4 \cdot A \cdot f_{ctd} \quad (\text{VELÍ NUTNÁ VÝSTUŽ})$$

$$0,516 \leq 0,4 \cdot 1,353$$

$$0,516 \leq 0,541 \Rightarrow \text{MNOHÝJE}$$

NÁVRH A POSUDEK STĚPY

POD PODPEROU b

• ZATÍŽENÍ

$$N_{Ed} = 240,678 + 275,920 = 516,598 \text{ kN}$$

(VID. STRANA 10)

KODLOTA N_{Ed} JE PŘEVZATÁ Z KOMBINACE I.

• NÁVRH

OCEŮ S235 $f_y = 235 \text{ MPa}$

PROFIL 2x UPE 140

$$A = 3686 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 1,1997 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$I_x = 8,5575 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

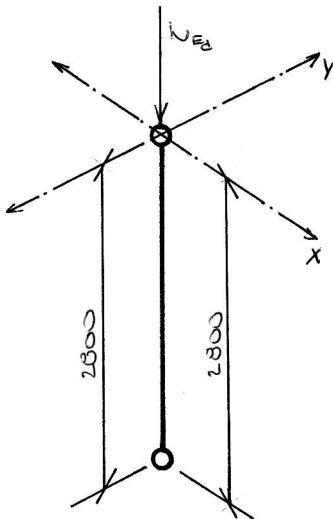
• POSUDOK ROVINNÝ VĚPER

- ZATŘÍDENÍ PŘÍŘEZU

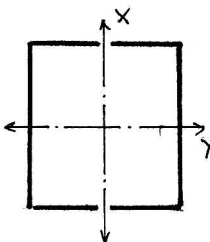
$$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0$$

$$\frac{c}{t} = \frac{122}{5} = 24,4 \leq 33 \cdot \epsilon = 33 \Rightarrow \text{PŘÍŘEZ TŘÍDY 1} \textcircled{1}$$

ZATÍŽOVACÍ SCHÉMA



PROFIL



- VÝPOČET V SMERE OSI X

$$L_{cr,x} = 2800 \text{ mm}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{1,1997 \cdot 10^7}{3686}} = 57,05 \text{ mm}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 1,1997 \cdot 10^7}{2800^2}$$

$$N_{cr,y} = 3171,580 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{3686 \cdot 235}{3171580}} = 0,52$$

$$\phi_y = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 [1 + 0,34 (0,52 - 0,2) + 0,52^2]$$

$$\phi_y = 0,6896$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,6896 + \sqrt{0,6896^2 - 0,52^2}} = 0,80$$

$$N_{b,Ed,y} = \chi_y \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = 0,80 \frac{3686 \cdot 235}{1,0} = 762,265 \text{ kN}$$

$$N_{b,Ed,y} \geq N_{Ed}$$

$$762,265 \geq 516,590 \Rightarrow \text{MÁLOUJE}$$

$$0,68 < 1,0 \text{ (JEDNOTLIVÝ POSUDOK)}$$

- VÝPOČET V SMERE OSI Y

$$L_{cr,y} = 2800 \text{ mm}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{0,5575 \cdot 10^6}{3686}} = 48,18 \text{ mm}$$

$$N_{cr,x} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 0,5575 \cdot 10^6}{2800^2}$$

$$N_{cr,x} = 2262,290 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,x}}} = \sqrt{\frac{3686 \cdot 235}{2262290}} = 0,62$$

$$\phi_x = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda}_x - 0,2) + \bar{\lambda}_x^2] = 0,5 [1 + 0,34 (0,62 - 0,2) + 0,62^2]$$

$$\phi_x = 0,7636$$

$$x_x = \frac{1}{\phi_x + \sqrt{\phi_x^2 - \lambda_x^2}} = \frac{1}{0,7636 + \sqrt{0,7636^2 - 0,62^2}} = 0,83$$

$$N_{b,rdx} = x_x \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = 0,83 \frac{3606 \cdot 235}{1,0} = 710,954 \text{ kN}$$

$$N_{b,rdx} \geq N_{ed}$$

$$710,954 \geq 516,590 \Rightarrow \text{MĀKŅĒ}$$

$$0,72 < 1,0 \text{ (JEDUOTIŅŅĀT PĀSĀDOKĻS)}$$

ROZDELENIE POZDĽŽNEJ NOSNEJ VÝSTUŽE

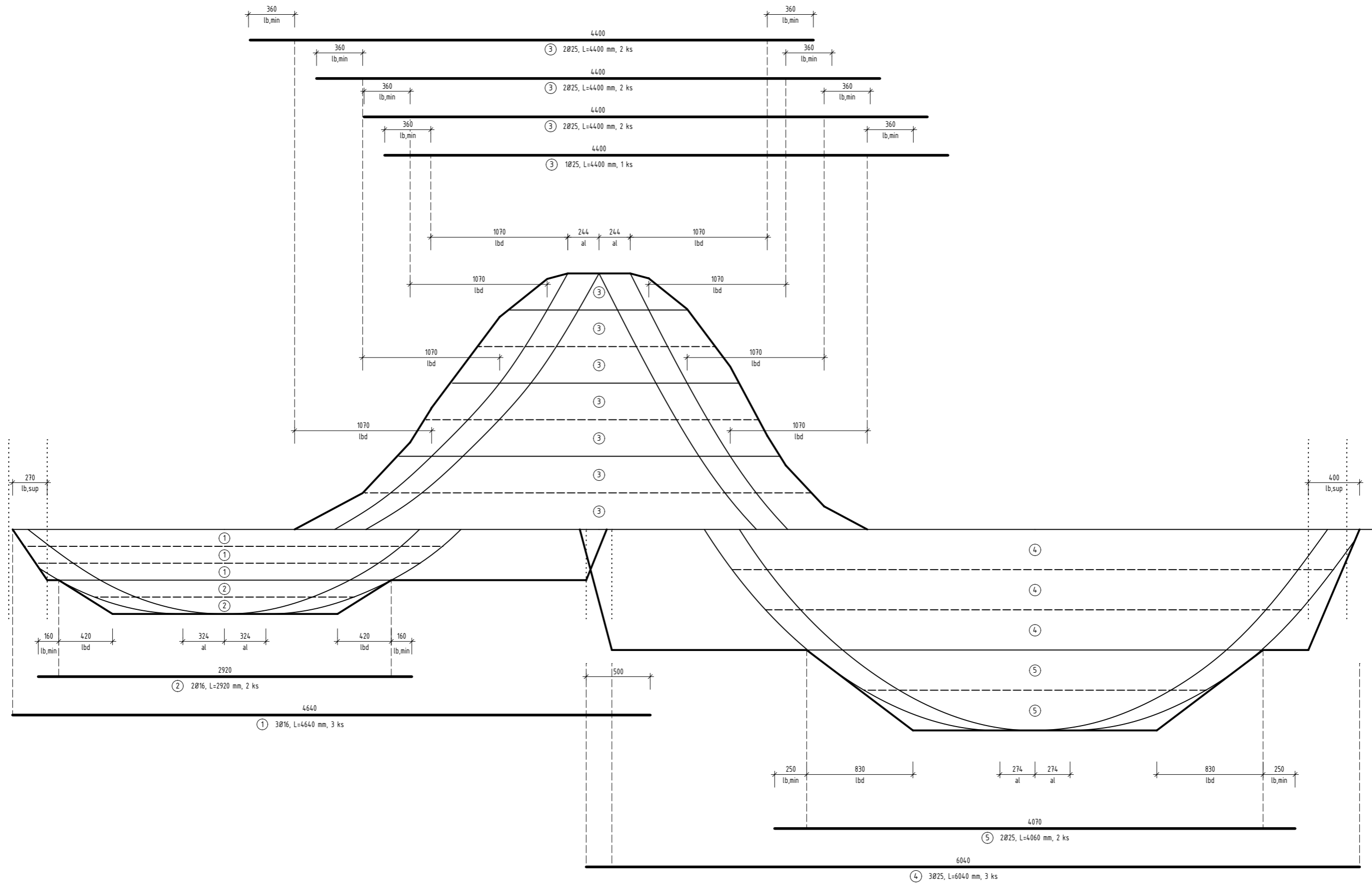


SCHÉMA VYSTUŽENIA NOSNOU VÝSTUŽOU

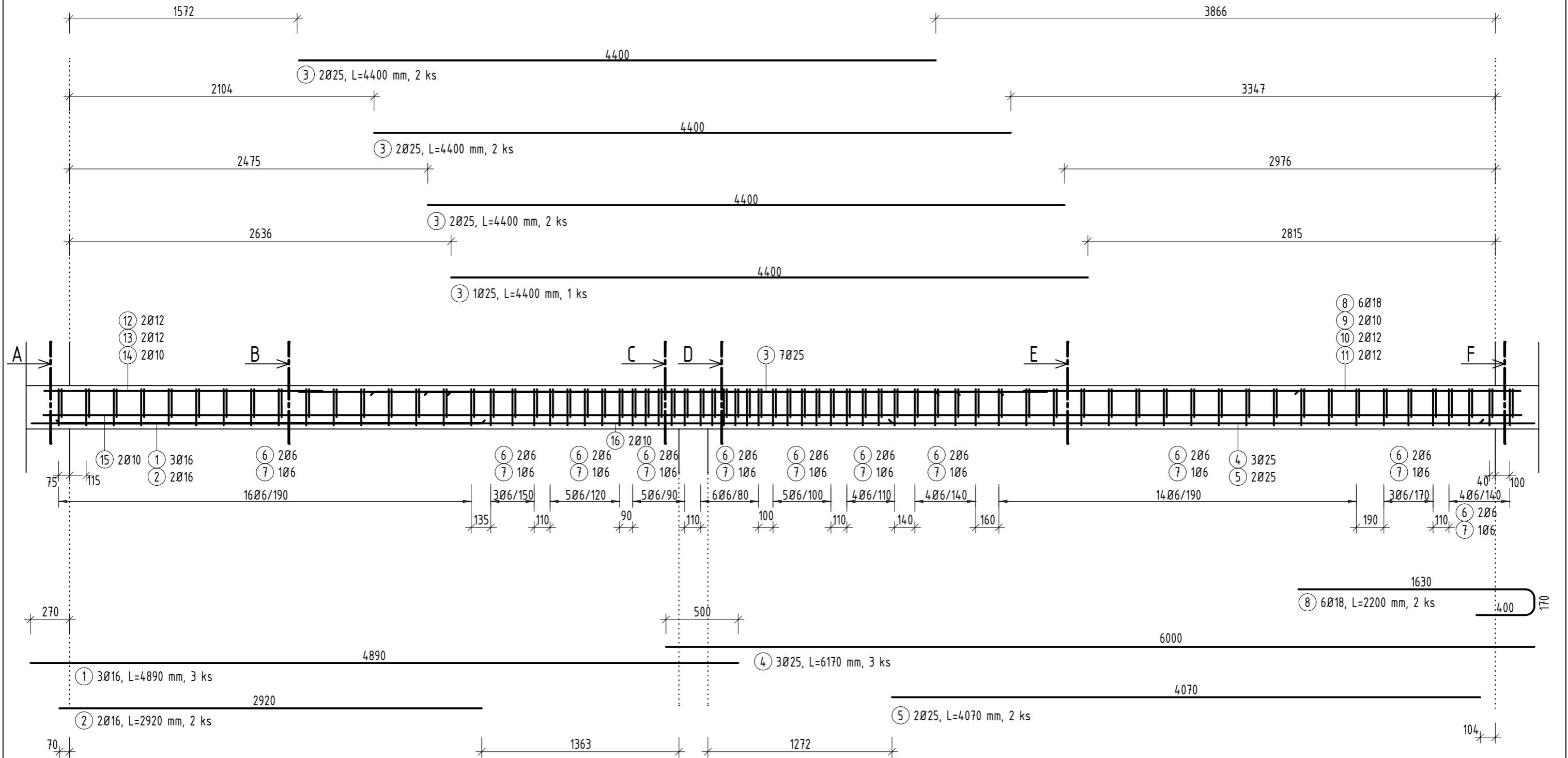


SCHÉMA VYSTUŽENIA REZY

