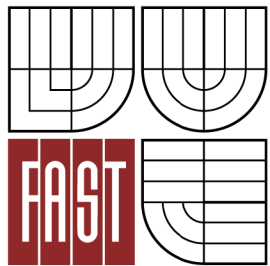


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



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

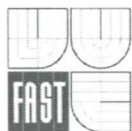
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Branislav Páleník

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ STRNAD, Ph.D.

BRNO 2012



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

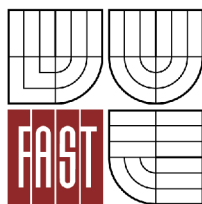
B5) Detaily dle zadání vedoucího bakalářské práce

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 clebshovej 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 clebshs 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:

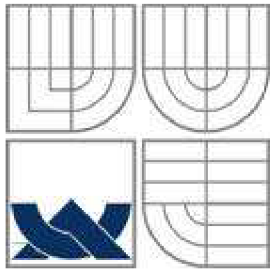
Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 13.6.2012

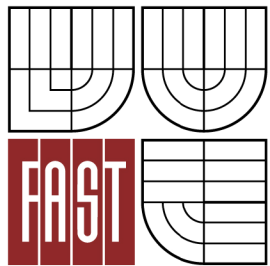
.....
podpis autora
Branislav Páleník

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, Ľ.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 stípu.

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. Oddebneenie sa odporúča až po 28 dňoch a to z dôvodu aby sa minimalizoval priehyb od dotvarovania betónu.

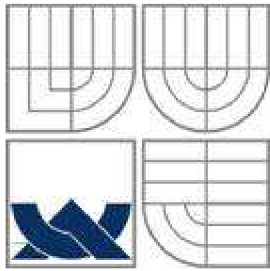
5.ZÁVER

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

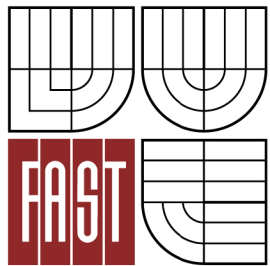
Pri vykonávaní prác je nutné dbať na bezpečnosť a dodržiavať príslušne zákony, vyhlášky, smernice a normy týkajúce sa bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci

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 prejaví 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 vyhovelo 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 vyhovelo, než akú navrhuje architekt.

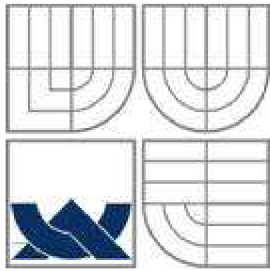
Vynesenie stropných nosníkov HELUZ Miako do prekladu, je pomocou ohybov výstuže, ktorá primárne prenáša záporný ohybový moment nad prekladom ktorý tam vznikne v dôsledku zmonolitnenia. Únosnosť nosníku na ohybový moment pod

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

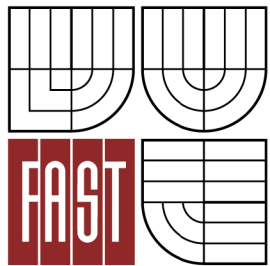
Stĺp je navrhnutý z dvoch profilov UPE140 zvarovaných do uzavretého prierezu. Prierez je triedy 1 z čoho vyplýva vzperná krivka b. Stĺp bol posúdený na stratu stability vzperom. Bol modelovaný prvok ako kĺbovo uchytený prút. Stĺp na stabilitu vyhovel a to jednotkovým posudkom $0,72 < 1,0$.

Branislav Páleník

v Brne 03/2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



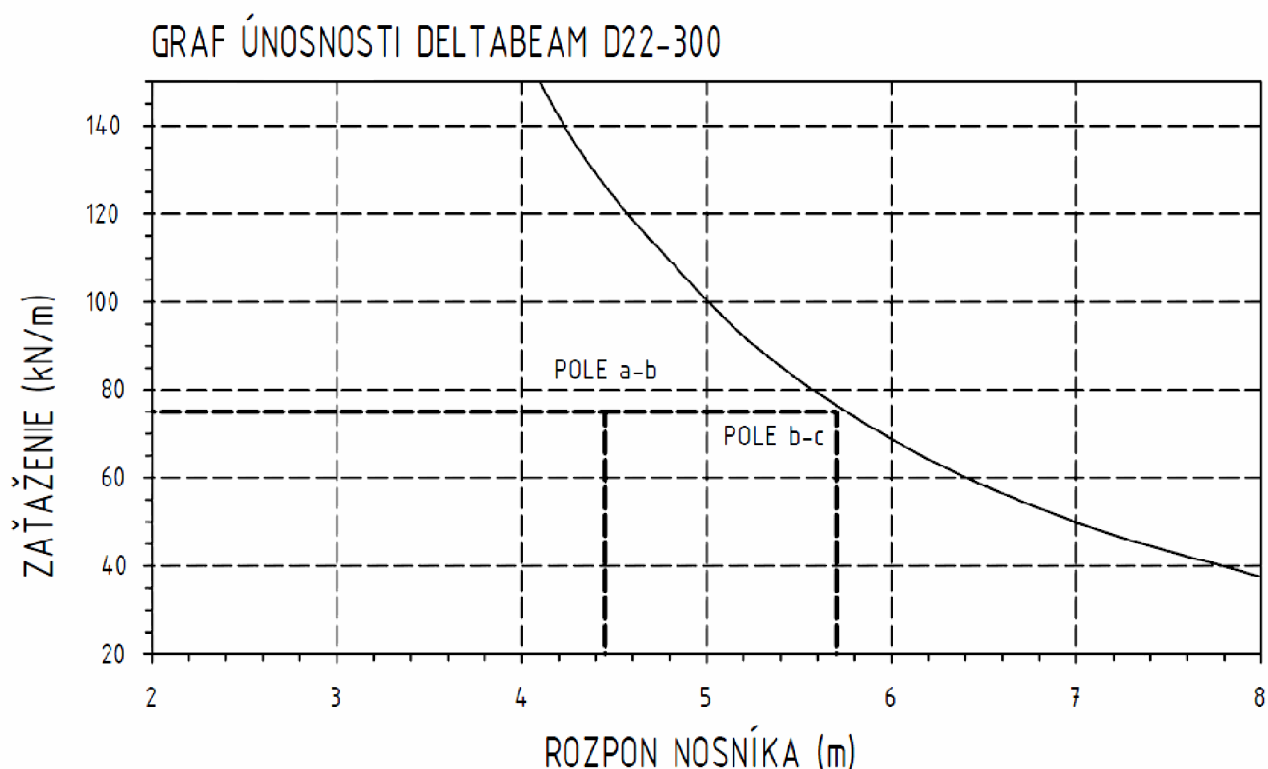
FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

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

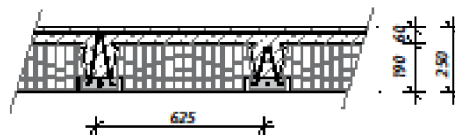


KERAMICKÉ STROPY HELUZ MIAKO
Stropní konstrukce z nosníků HELUZ a cihelných vložek MIAKO 19/62,5 – výška h = 250 mm

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. výztuže [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 kůl 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 čini 3,0 kN/m² x výjimekou 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 ($q_d=1,5$). Jde o zatížení, kterým lze konstrukci 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 lica uložení podle ČSN EN 1992-1-1 bod A.2.1.8)
- $f_{s,ed}$ součet průhybu od kvazi-stálého zatížení a od smrtelnosti podle ČSN EN 1992-1-1
- f_a aktivní průhyb je rozdíl mezi celkovým průhybem wt a průhybem wa vzniklým po odstatnění montážních podpor (viz ČSN EN 15037-1 bod E.4.2.3.2)

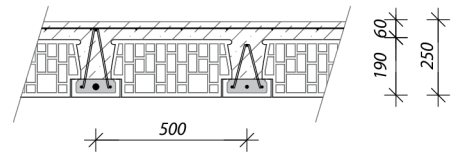
Poznámky:

Vzpětí nosníků je možno použít ve všech případech, maximální hodnota vzpětí je L/350.
V tabulce je uvedeno, kdy je nutné vzpětí 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 táhla 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 (koordinální 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 $f_{ik,sh}$ [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

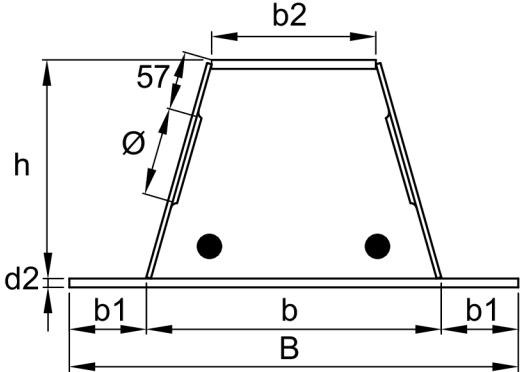
Legenda:

- L_n světlost = vzdálenost vnitřních licí 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 ($g_f=1,35$) a užitného ($g_f=1,5$)
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)
- $f_{ik,sh}$ součet průhybu od kvazi-stálého zatížení a od smršťování 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:

- 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]

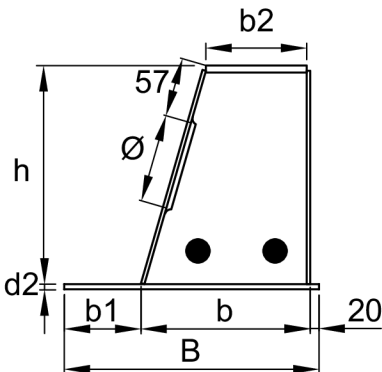


b	B	b1*	b2	d2	h	Ø**
D20-200	395	97.5	100	5-25	200	80
D20-300	495	97.5	180	5 - 25	200	80
D20-400	660	130	278	5 - 25	200	80
D22-300	495	97.5	170	5 - 25	220	80
D22-400	660	130	270	5 - 25	220	80
D25-300	495	97.5	155	5 - 25	250	150
D25-400	660	130	255	5 - 25	250	150
D26-300	495	97.5	148	5 - 25	265	150
D26-400	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

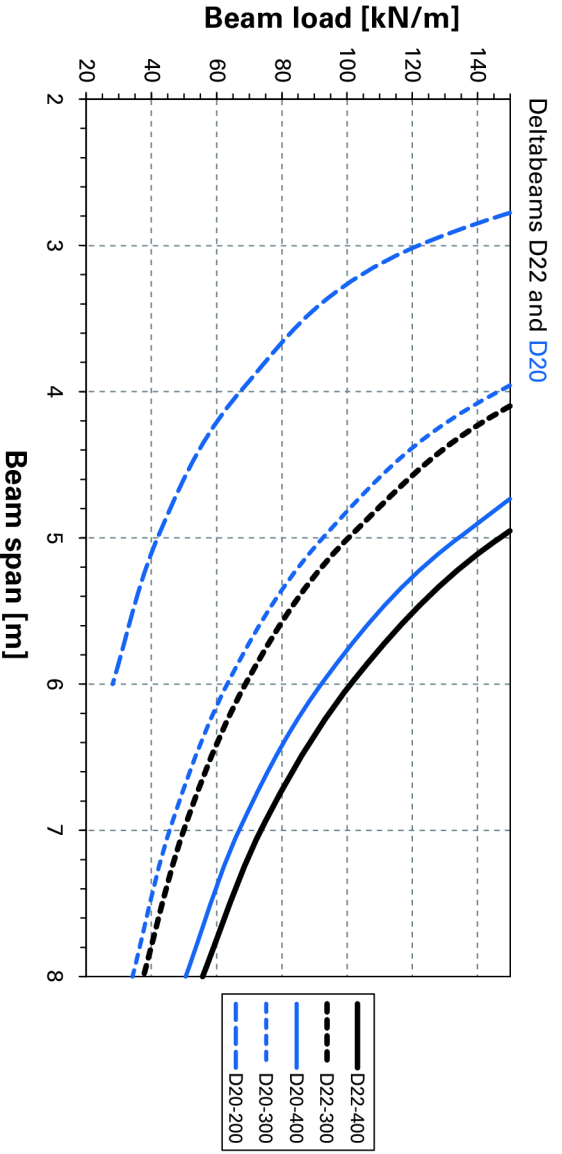
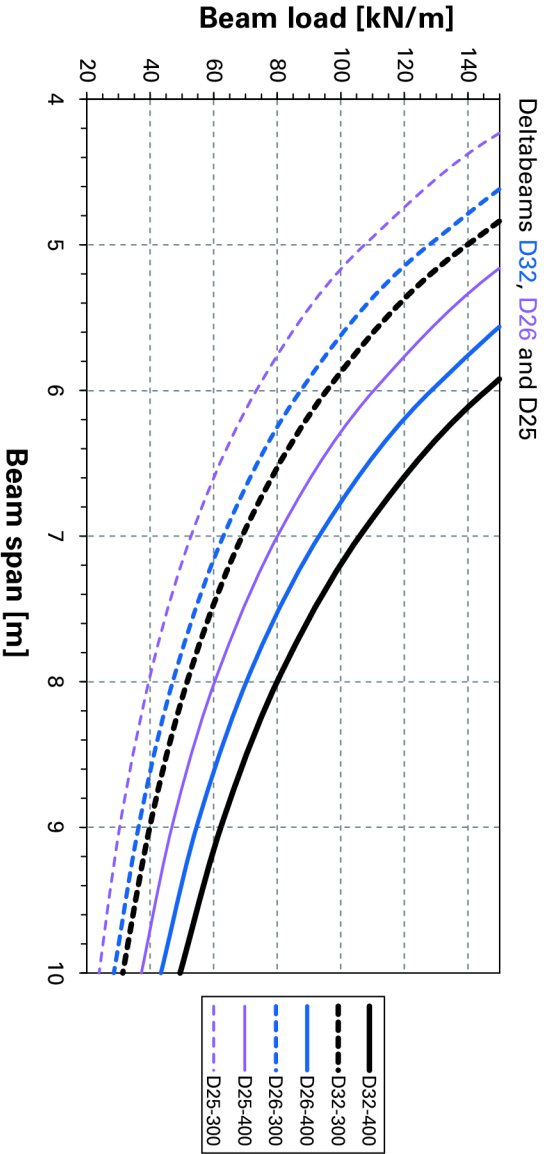
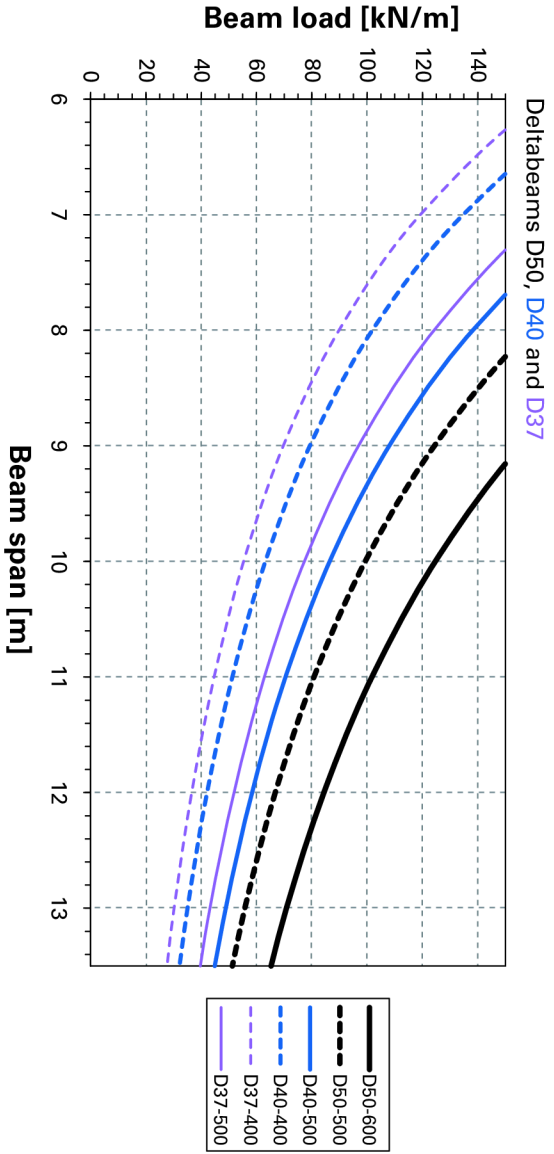
*standard size unless the customer otherwise defines (minimum 20 mm)

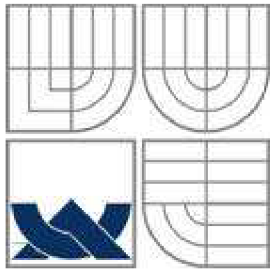
**c/c distribution for web holes is always 300mm

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.

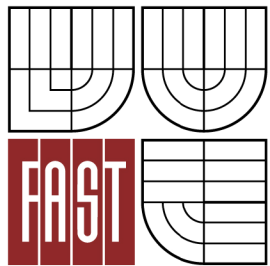
By using the special beams delivery time is longer and the price has to be checked because of the higher costs.

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

- STĀLE (SKLADBY JEDNOTLIVÝMI KVOŠŤ.)

(S10) - STREŠNÝ PLAŠŤ

POPIS VRSTVY	HMOTNOSŤ kg/m ²	TLAŽ' kN/m ²
STREŠNÁ KRYTINA BENMAC	45,00	0,450
LATOVALIE + KOLTRALATY	19,00	0,190
HYDROIZOLAČNÉ VRSTVY	5,00	0,050
ZÁKLAD Z OSBS DOSEK HR. 22 mm	13,50	0,135
KOLTRALATY	4,00	0,040
TEPELLNÁ IZOLÁCIA HR. 240 mm EPS	—	0,360
PABOTEČNÁ VRSTVA GLASTEK 40	—	0,020
DREVELNÉ DEKOVANIE DOSEKY HR. 24 mm	17,00	0,170
VOŠŤOVÁ KONŠTRUKCIA + PODKLAD DOSEK	77,30	0,774
	Σ SPOLU	2,099

(S7) - STROP LAD 1. NP

POPIS VRSTVY	HMOTNOSŤ kg/m ²	TLAŽ' kN/m ²
OMIETKA	20,00	0,200
STROPNÝ SYSTÉM HIELUŽ HIAKO	—	3,470
KROČAJOVÁ IZOLÁCIA ML. VLLA HR. 50 mm	—	0,125
MAZALICA BETÓNOVÁ HR. 50 mm	—	1,100
KERAMICKÁ DLAŽBA	22,00	0,220
	Σ SPOLU	5,115

• PŘEMĚNĚ ZATÍŽENÍ

1, UŽITOČNĚ (OBYTLÁ BUDOVA)

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

2, KLIMATICKĚ (SLEHOVÁ OBLAST' III.)

LOKALITA \Rightarrow BLAUSKO

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

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

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

JEDNOTLIVĚ ZATÍŽOVACIE SCHEMÝ NA m'

1, ZATÍŽENIE STREŠNÝM PLAŠŤOM

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

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

- 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 VŮTORŮM SIL RESP. REAKCIE

 R_b POUŽIJEM TROJMOMENTOVŮ ROVLICU

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

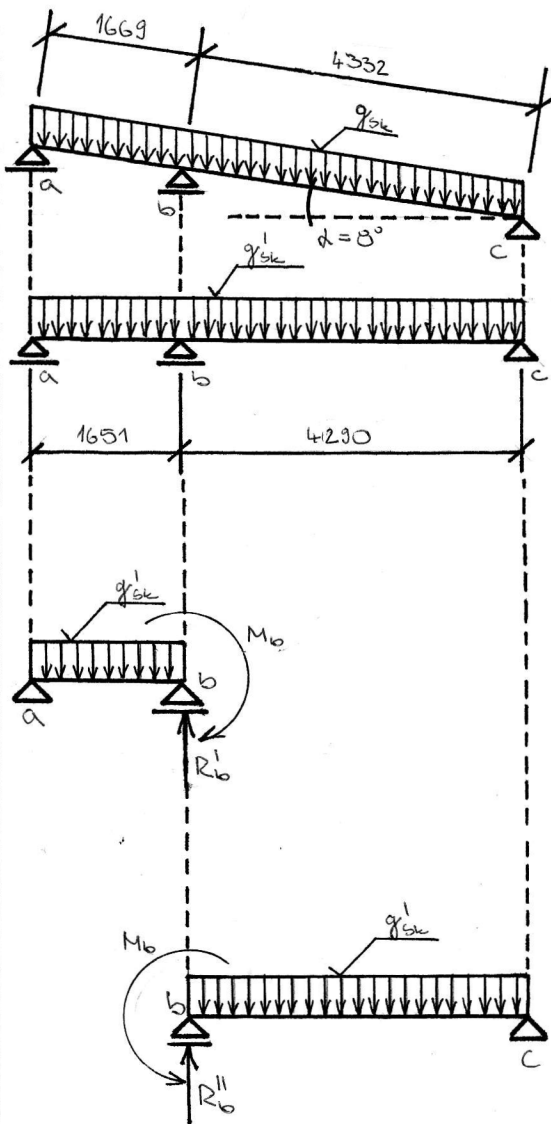
$$\Delta_{bc} = \Delta_{cb} = \frac{l_{bc}}{3EI} = \frac{4290}{3 \cdot 9500 \cdot 5,832 \cdot 10^7} = 2 \cdot 10^{-9}$$

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

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

TVAR TROJMOMENTOVĚJ ROVLICE PŘE "b"

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



PO ÚPRAVE DOSTALIEM TVAR

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

$$M_b (9,9331 \cdot 10^{-10} + 2 \cdot 10^{-9}) + 0,000710 + 0,016440 = 0$$

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

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 $E = 9500 \text{ MPa}$

$$I = 5,032 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

- HODNOTY κ_{ab} a κ_{bc} SÚ ROVNAKÉ AKO V 1) SCHÉME

$$\varphi_{ab} = \varphi_{ba} = \frac{g l_{ab}^3}{24 E I} = \frac{1,2 \cdot 1,651^3}{24 \cdot 9500 \cdot 5,032 \cdot 10^7} = 0,000406$$

$$\varphi_{bc} = \varphi_{cb} = \frac{g l_{bc}^3}{24 E I} = \frac{1,2 \cdot 4,29^3}{24 \cdot 9500 \cdot 5,032 \cdot 10^7} = 0,009310$$

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

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

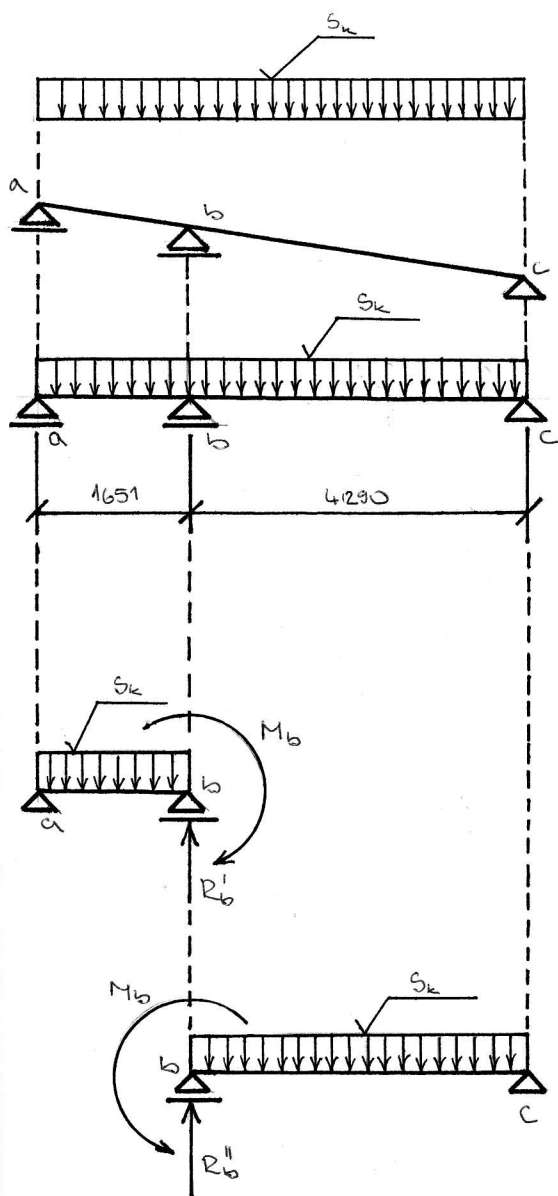
$$M_b = -3,245 \text{ kNm}$$

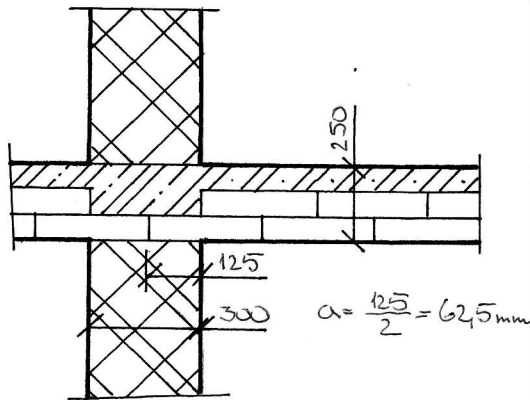
REAKCIA R_b^I

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

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 $\Rightarrow E = 32000 \text{ MPa}$

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

$$\Delta_{ab} = \Delta_{ba} = \frac{l_{ab}^3}{3EI} = \frac{1680^3}{3 \cdot 32000 \cdot 1,3 \cdot 10^9} = 1,35 \cdot 10^{-11}$$

$$\Delta_{bc} = \Delta_{cb} = \frac{l_{bc}^3}{3EI} = \frac{4180^3}{3 \cdot 32000 \cdot 1,3 \cdot 10^9} = 3,36 \cdot 10^{-11}$$

$$\varphi_{ab} = \varphi_{ba} = \frac{q l_{ab}^3}{24EI} = \frac{5,115 \cdot 1680^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,3 \cdot 10^9} = 0,000025$$

$$\varphi_{bc} = \varphi_{cb} = \frac{q l_{bc}^3}{24EI} = \frac{5,115 \cdot 4180^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,3 \cdot 10^9} = 0,000376$$

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

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

$$M_b = 0,514 \text{ kNm}$$

REAKCIA R_b'

$$1,680 \cdot R_b' = 1,680^2 \cdot \frac{1}{2} 5,115 + 0,514 \Rightarrow R_b' = 9,361 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b''

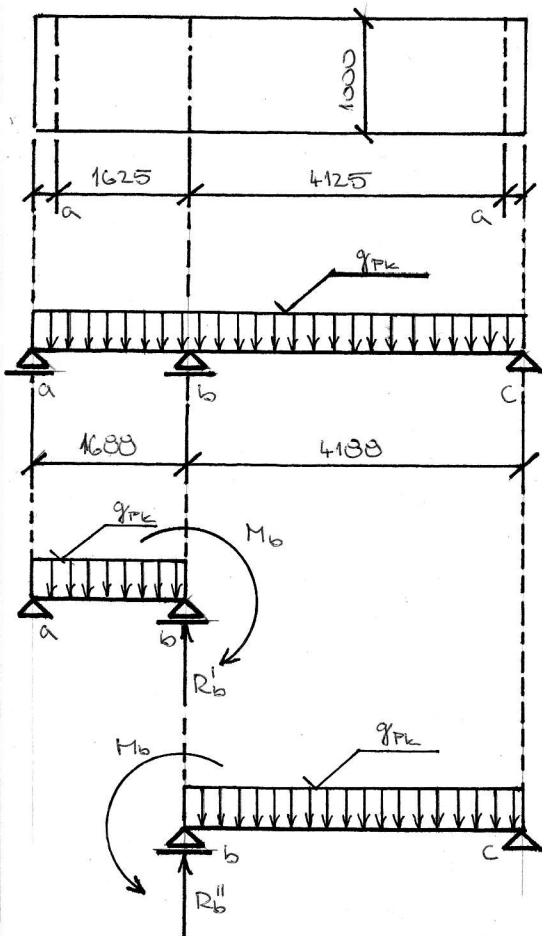
$$4,180 \cdot R_b'' = 4,180^2 \cdot \frac{1}{2} 5,115 + 0,514 \Rightarrow R_b'' = 12,744 \text{ kN}$$

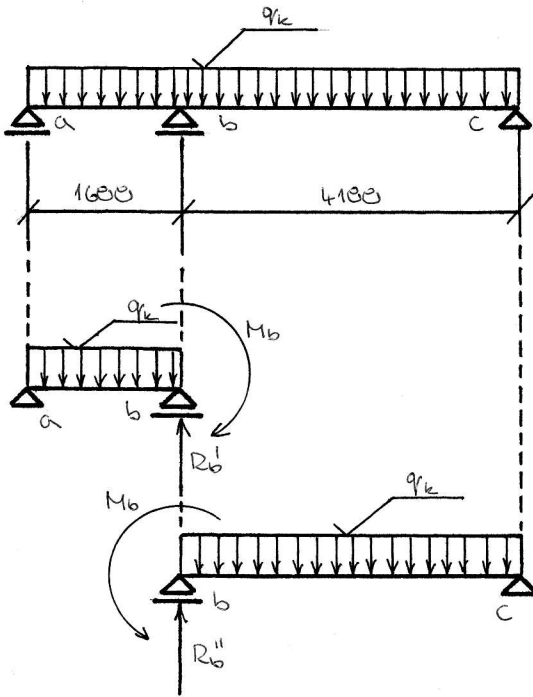
REAKCIA R_b

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

ZATÁŽENIE OD STROPU NA PREKLAD

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



4) UZTICĻĒ ZATĀŽĒLĪE

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

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

Δ_{ab} A Δ_{bc} SŪ ROVLĀKĒ AŅĀ V SHĒMĒ 3.

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

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

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

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

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

REAKCIJA R_b^I

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

REAKCIJA R_b^{II}

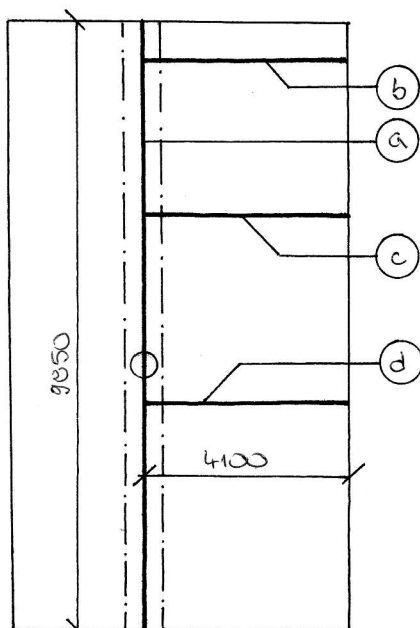
$$4,100 \cdot R_b^{II} = 4,100^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,000 + 3,333 \Rightarrow R_b^{II} = 4,984 \text{ kN}$$

REAKCIJA R_b

$$R_b = R_b^I + R_b^{II} = 3,663 + 4,984 = 8,647 \text{ kN}$$

ZATĀŽĒLĪE KA PREKLAD

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

5) ZATĀŽĒLĪE OD PRIEČŅĀ

- PRIEČŅA (a) HR. 150 mm

$$\text{OBJEM MURĪVA: } 9,85 \cdot 0,15 \cdot 2,45 = 3,620 \text{ m}^3$$

$$\text{OBJEM VEŅCA: } 9,85 \cdot 0,15 \cdot 0,25 = 0,369 \text{ m}^3$$

$$\text{OBJEM VĀŽLICE: } 9,85 \cdot 0,15 \cdot 0,14 = 0,207 \text{ m}^3$$

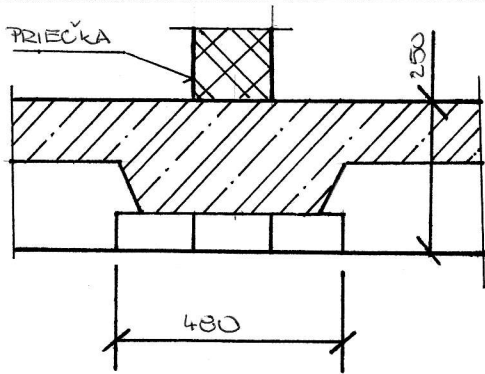
$$\text{TĪRĀŽ MURĪVA: } 3,620 \cdot 7,5 = 27,150 \text{ kN}$$

$$\text{TĪRĀŽ VEŅCA: } 0,369 \cdot 25 = 9,225 \text{ kN}$$

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

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

$$\text{ZATĀŽĒLĪE m}^1: 37,307 / 9,85 = \underline{3,780 \text{ kN/m}}$$



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

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

- PRIEČKA (b) HR. 150 mm

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

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

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

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

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

$$\text{ZĀTĀŽĒLĪE m}^2: 15,385 / 4,1 = 3,752 \text{ kN/m}$$

$$\Delta_{ab} = \frac{q_{ab} l_{ab}^3}{3EI} = \frac{1688}{3 \cdot 32000 \cdot 6,25 \cdot 10^8} = 2,813 \cdot 10^{-11}$$

$$\Delta_{bc} = \frac{q_{bc} l_{bc}^3}{3EI} = \frac{4188}{3 \cdot 32000 \cdot 6,25 \cdot 10^8} = 6,98 \cdot 10^{-11}$$

$$\varphi_{bc} = \frac{q l_{bc}^3}{24EI} = \frac{3,752 \cdot 4188^3}{24 \cdot 32000 \cdot 6,25 \cdot 10^8} = 0,000574$$

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

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

$$M_b = 5,061$$

REAKCIA R_b^I

$$1,688 \cdot R_b^I = 5,061 \Rightarrow R_b^I = 3,472 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b^{II}

$$4,188 \cdot R_b^{II} = 4,188^2 \cdot \frac{1}{2} 3,752 + 5,061 \Rightarrow R_b^{II} = 9,256 \text{ kN}$$

REAKCIA R_b

$$R_b = R_b^I + R_b^{II} = 3,472 + 9,256 = 12,728 \text{ kN}$$

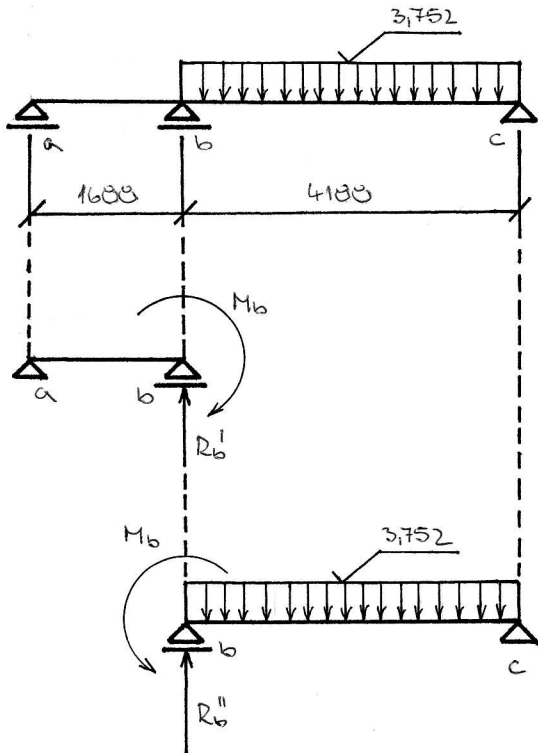
ZĀTĀŽĒLĪE BODOVE KA PĒRKLAD

$$\underline{\underline{F_1 = 12,728 \text{ kN}}}$$

- PRIEČKA (c) HR. 150 mm

- ROVLĀKĒ AŅO V PRĪPADE PRIEČŅŅŅ b

$$\underline{\underline{F_2 = 12,728 \text{ kN}}}$$



SUMARIZÁCIA ZATÁŽENÍ

[kN/m]

POPIS ZATÁŽENIA	CHARAKTE- -RISTICKÁ HODNOTA	SÚČI. L	VÝPOČTOVÁ HODNOTA
VLASTNÁ TIAŽ PREKLADU	5,250	1,35	7,088
STROP NA 1 mP	22,105	1,35	29,842
NOŠNÁ 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
STREŠNÁ PLAŠŤ	11,417	1,35	15,413
UŽITOČNÉ ZATÁŽENIE	8,647	1,50	12,971
SÚCELNÉ ZATÁŽENIE	6,462	1,50 · 0,5	4,847

- SPOJITÉ ZATÁŽENIE NA NOSNÍK

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

$$q_1 = 12,971 + 4,847 = 17,818 \text{ kN/m}$$

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

ZATÁŽOVACIE STAVY

I. KOMBINÁCIA PRE MAXIMÁLNY MOMENT

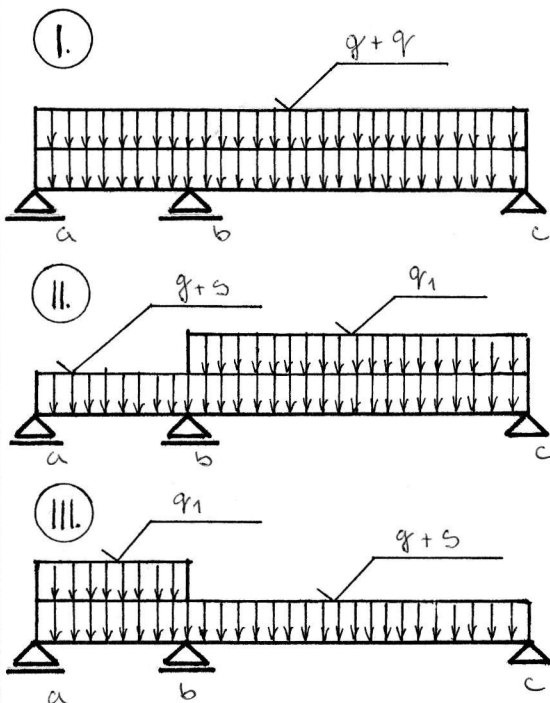
NAJ PODPOROU b

II. KOMBINÁCIA PRE MAXIMÁLNY MOMENT

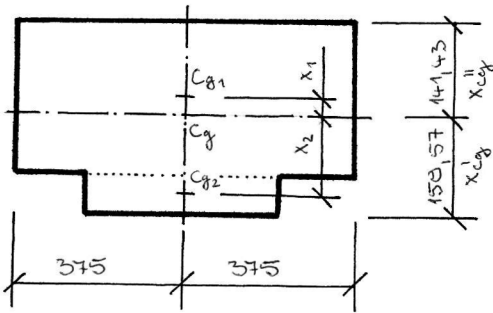
V POLI bc

III. KOMBINÁCIA PRE MAXIMÁLNY MOMENT

V POLI ab



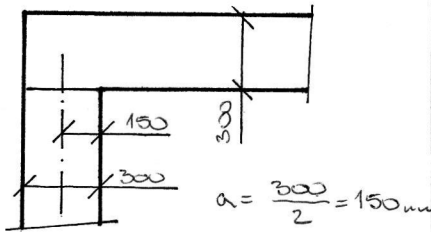
PRIEREZ



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

$$x_2 = 158,57 - 30 = 128,57 \text{ mm}$$

TEORETICKÉ PODPERY



ZATÁŽOVACIE STAVY - VLÚTORNÉ SILY

- MATERIÁLOVÉ A PRIEREZOVÉ CHARAKTERISTIKY

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

- POLOHA ŤAŽISKA

$$x_{cg}^I = \frac{500 \cdot 60 \cdot 30 + 750 \cdot 240 \cdot 180}{500 \cdot 60 + 750 \cdot 240} = 158,57 \text{ mm}$$

$$x_{cg}^{II} = 300 - x_{cg}^I = 300 - 158,57 = 141,43 \text{ mm}$$

- MOMENT ZOTRVAČNOSTI I_y

$$I_y = \frac{1}{12} 500 \cdot 60^3 + 500 \cdot 60 \cdot 128,57^2 + \frac{1}{12} 750 \cdot 240^3 + 750 \cdot 240 \cdot 21,43^2 = 1,452 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

- 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 TROJHOMENTOVEJ ROVNICE VYPOČÍTAM

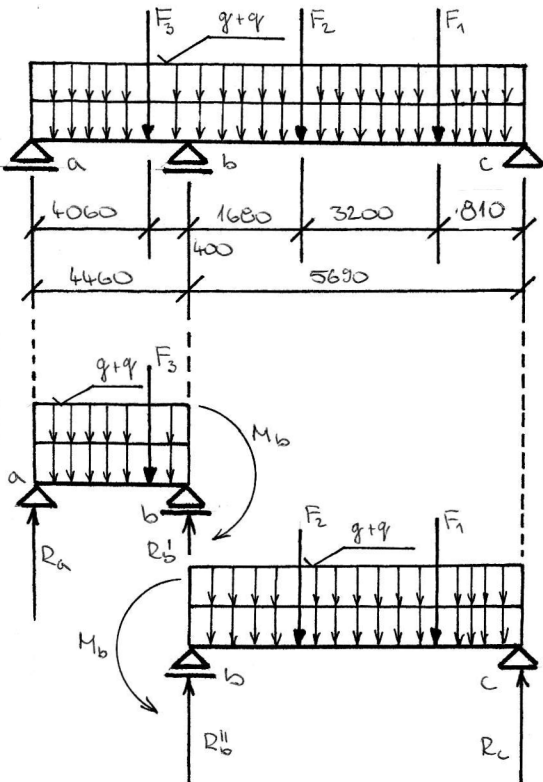
MOMENT VAD PODPOROU b

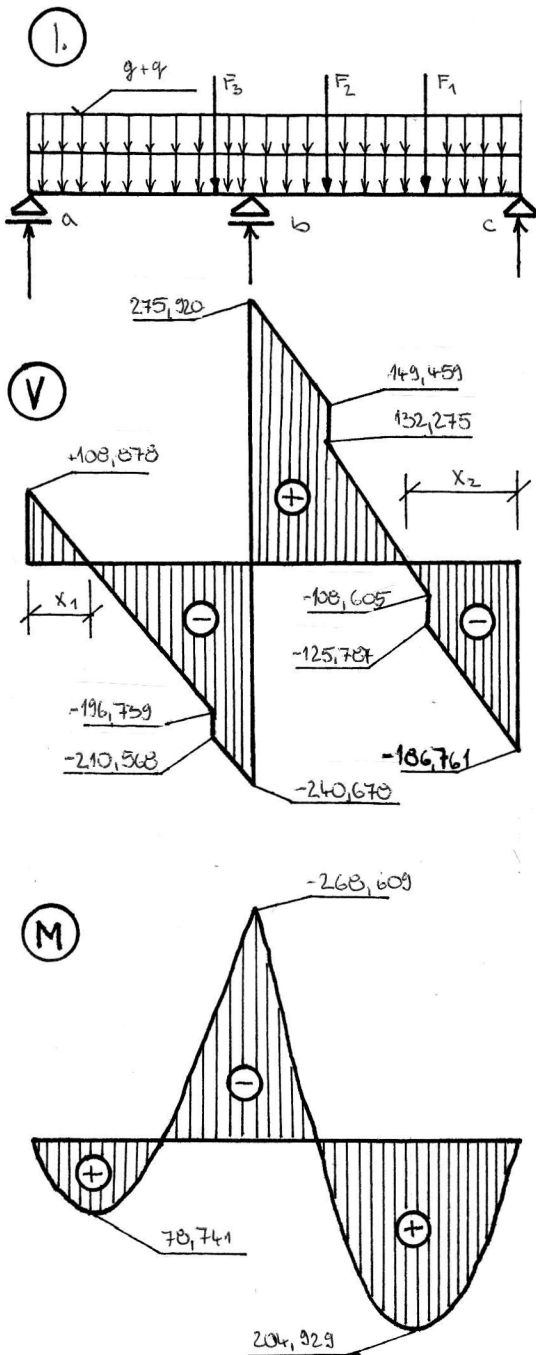
$$k_{ba} = \frac{l_{ab}}{3EI} = \frac{4460}{3 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9} = 3,204 \cdot 10^{-11}$$

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

$$\begin{aligned} \varphi_{ba} &= \frac{(g+q) l_{ab}^3}{24EI} + \frac{F_3 \cdot a \cdot b}{6EI l_{ab}} (l_{ab} + a) = \\ &= \frac{(57,457 + 17,818) \cdot 4460^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9} + \frac{15829 \cdot 4060 \cdot 400}{6 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9 \cdot 4460} \cdot (4460 + 4060) = 0,006150 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi_{bc} &= \frac{(g+q) l_{bc}^3}{24EI} + \frac{F_2 \cdot a \cdot b}{6EI l_{bc}} (l_{bc} + b) + \frac{F_1 \cdot a \cdot b}{6EI l_{bc}} (l_{bc} + b) = \\ &= \frac{(57,457 + 17,818) \cdot 5690^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9} + \frac{17183 \cdot 1680 \cdot 4010}{6 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9 \cdot 5690} \cdot (5690 + 4010) + \frac{17183 \cdot 4880 \cdot 810}{6 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9 \cdot 5690} \cdot (5690 + 810) = 0,013437 \end{aligned}$$





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

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

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

REAKCIJA R_b'

$$4,46 \cdot R_b' = 4,460^2 \cdot \frac{1}{2} (57,457 + 17,818) + 4,06 \cdot 13,829 + 268,609$$

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

REAKCIJA R_a

$$R_a = 4,460 \cdot (57,457 + 17,818) + 13,829 - R_b'$$

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

REAKCIJA R_b''

$$5,69 \cdot R_b'' = 5,69^2 \cdot \frac{1}{2} (57,457 + 17,818) + 0,81 \cdot 17,183 + 4,01 \cdot 17,183 + 268,609$$

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

REAKCIJA R_c

$$R_c = 5,69 \cdot (57,457 + 17,818) + 2 \cdot 17,183 - R_b''$$

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

REAKCIJA R_b

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

PĻŪVA MAXIMĀLĻĒLU MOMENTU

$$x_1 = \frac{108,878 \cdot 4,06}{108,878 + 196,739} = 1,446 \text{ m}$$

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

MAXIMĀLŪ MOMENT V PŪLI ab

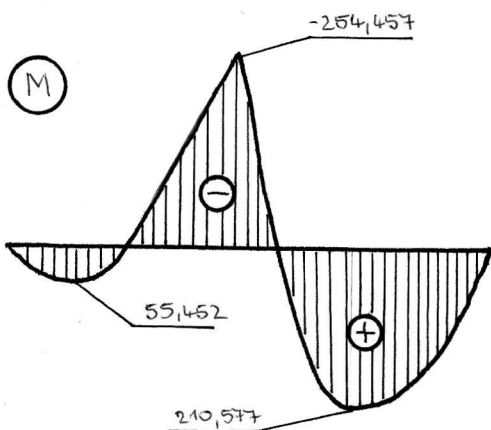
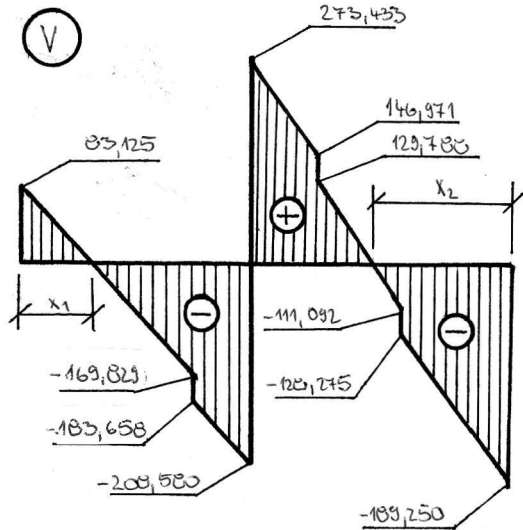
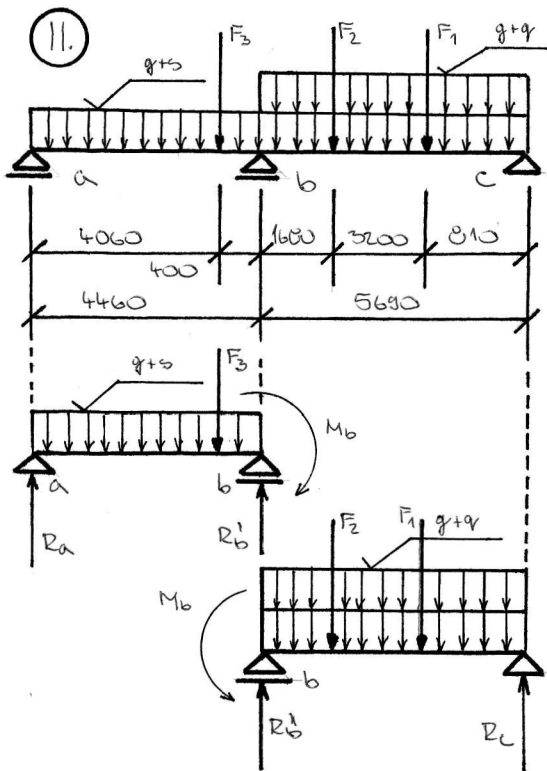
$$M_{ab \max} = R_a \cdot x_1 - x_1^2 \cdot \frac{1}{2} (q + q) = 108,878 \cdot 1,446 - 1,446^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot (57,457 + 17,818) \Rightarrow M_{ab \max} = 78,741 \text{ kNm}$$

MAXIMĀLŪ MOMENT V PŪLI 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

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

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

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

$$= \frac{(57,457 + 4,847) \cdot 4460^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9} + \frac{13829 \cdot 4060 \cdot 400}{6 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9} \cdot 4460$$

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

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

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

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

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

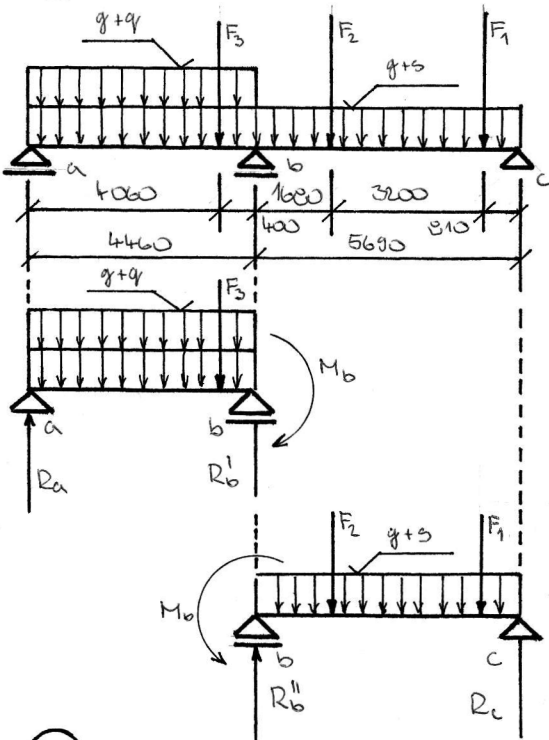
$$R_b = R_b' + R_b'' = 208,580 + 273,433 = 482,013 \text{ kN}$$

POLOHA MAXIMÁLNEHO MOMENTU

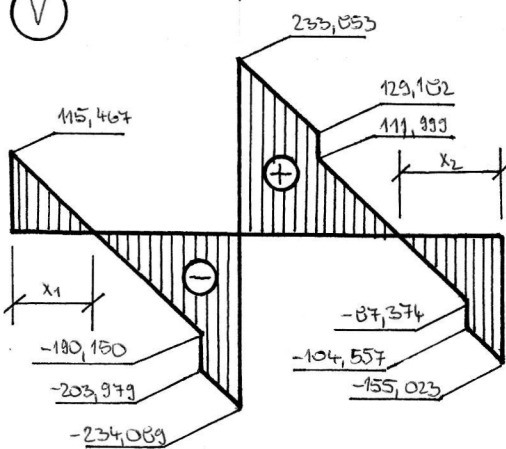
$$x_1 = \frac{83,125 \cdot 4,06}{83,125 + 169,529} = 1,334 \text{ m}$$

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

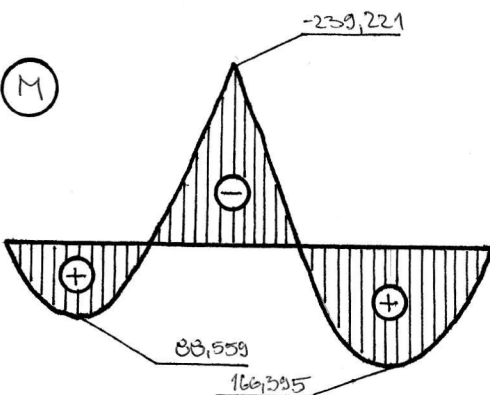
III.



V



M



MAXIMĀLŪT MOMENTS V POLI ab

$$M_{ab\max} = R_a \cdot x_1 - x_1^2 \cdot (g+q) \cdot \frac{1}{2} = 83,125 \cdot 1,334 - 1,334^2 \cdot (57,457 + 4,847) \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow$$

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

MAXIMĀLŪT MOMENTS V POLI bc

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

$$M_{bc\max} = 189,250 \cdot 2,285 - 2,285^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 75,275 - 17,103 \cdot 1,475$$

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

• ZATĀŽĪVACĪ STĀV III

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

$$Y_{ba} = 0,006150 \text{ (ROVLĀNS AKO I STĀV)}$$

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

$$= \frac{(57,457 + 4,847) \cdot 5690^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9} + \frac{17,103 \cdot 1600 \cdot 4010}{6 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9 \cdot 5690}$$

$$\cdot (5690 + 4010) + \frac{17,103 \cdot 4800 \cdot 810}{6 \cdot 32000 \cdot 1,45 \cdot 10^9 \cdot 5690} (5690 + 810)$$

$$= 0,011294$$

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

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

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

REAKCIJA R_b'

$$4,46 \cdot R_b' = 4,46^2 \cdot \frac{1}{2} (57,457 + 17,810) + 4,06 \cdot 13,829 + 239,221$$

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

REAKCIJA R_a

$$R_a = 4,46 \cdot (57,457 + 17,810) + 13,829 - R_b'$$

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

REAKCIJA R_b''

$$5,65 \cdot R_b'' = 5,65^2 \cdot (57,457 + 4,847) \cdot \frac{1}{2} + 0,81 \cdot 17,103 + 4,01 \cdot 17,103 + 239,221$$

$$R_b'' = 233,053$$

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

$$x_1 = \frac{115,467 \cdot 4,06}{115,467 + 130,150} = 1,534 \text{ m}$$

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

MAXIMÁLNY MOMENT V POLI a b

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

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

MAXIMÁLNY MOMENT V POLI b c

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

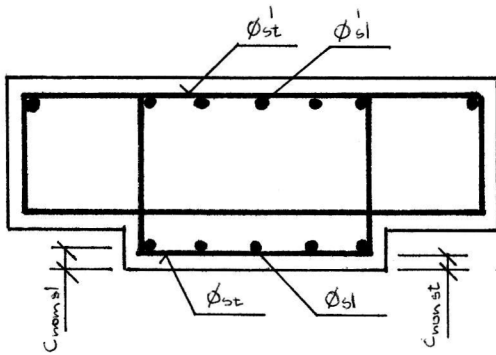
$$M_{bc \max} = 155,023 \cdot 2,212 - 2,212^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot (57,457 + 4,847) - 17,183 \cdot (2,212 - 0,81)$$

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

TABUĽKA VŤORITÍ SIL

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

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



DIMENZOVANIE VĚSTUŽE PREKLADU NA 0413

• KRYTIE

- STUPEŇ VPLYVU PROSTREDIA XC1

- PREDPOKLAD VĚSTUŽE

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

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

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

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

- 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, SPLNENÁ 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

VYROBUĚLO SORTIMENTU DISTANČNÍM

RODLOŽEK NA:

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

$$c_{nom,sl} = 35 \text{ mm}$$

• KOŤSTRUKČNÉ ZÁSADY

1) MINIMÁĽNA PLOCHA VÝSTUŽE, MAXIMÁĽNA 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) MAXIMÁĽNA A MINIMÁĽNA VEDIALEĽOSŤ POZDL.

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

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

- VÝSTUŽ B 500B (10 505 R)

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

• NÁVRH VÝSTUŽE V POLI ab

$$M_{ed} = 88,559 \text{ kNm}$$

PLOCHU TLÁČEJECJ OBLASTI - VYPOČÍTAN Z O

SILOVEJ PODMIEŤKY ROVNOVÁHY

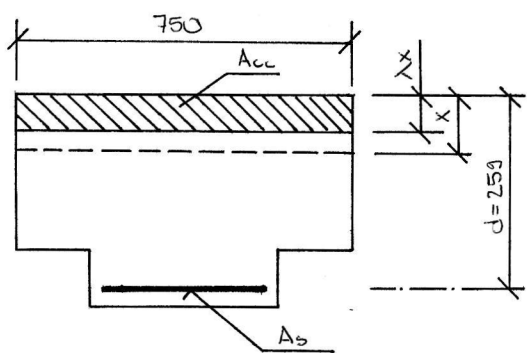
$$F_{cc} = F_s$$

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

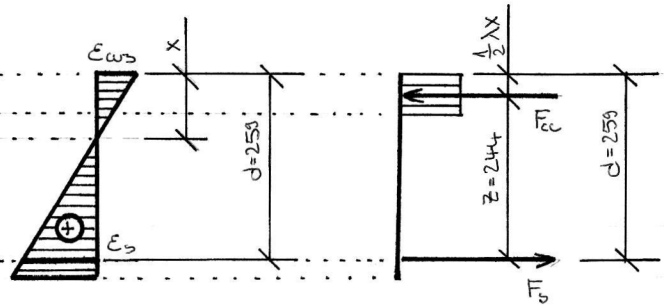
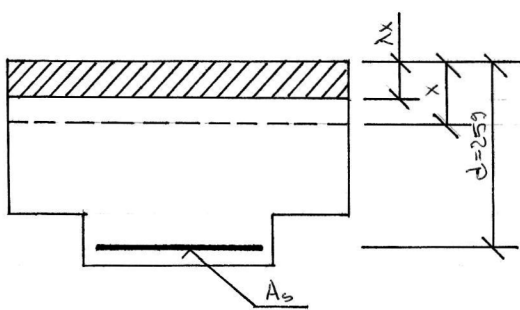
$$A_{cc} = \frac{1005 \cdot 434,8}{20} = 21848,7 \text{ mm}^2$$

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

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



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



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

$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 1005 \cdot 434,8 \cdot 244,4 = 106,796 \text{ kNm}$$

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

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

- KONTROLA PRETVOĒRIĀ VĪSTUĒ

RODMIELĀ MĀKĀDZA Z RODĒBLĪSTI

TROJĪVĒLĪKOV

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

$$\epsilon_s = \frac{0,0035}{36,41} (259 - 36,41) = 0,0214 = 2,14 \%$$

$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,8}{200000} = 0,0022 = 2,2 \%$$

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

$$2,14 > 2,2 \Rightarrow \text{MĀKOVUJE}$$

- KONTROLA MIN. A MAX. PLOSMY VĪSTUĒ

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

$$A_{smax} > A_s \Rightarrow 8400 > 1005 \Rightarrow \text{MĀKOVUJE}$$

- KONTROLA VĒDĀLEĻĪSTĪ VĪSTUĒ

$$\text{OSOVĀ VĒDĀLEĻĪSTĪ VĪSTUĒ } s_1 = 104,5 \text{ mm}$$

$$\text{SVIETĻĀ VĒDĀLEĻĪSTĪ VĪSTUĒ } s_2 = 92,5 \text{ mm}$$

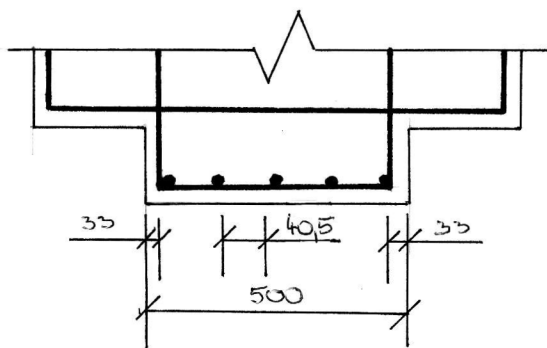
$$s_1 \leq s_{max}$$

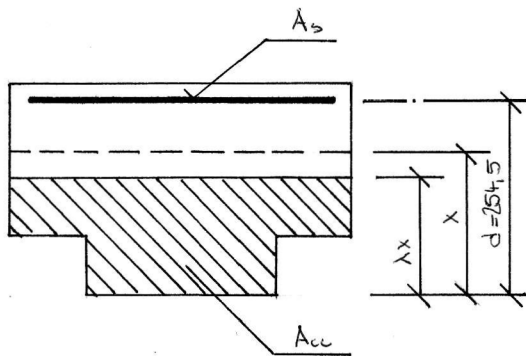
$$130 \leq 200 \Rightarrow \text{MĀKOVUJE}$$

$$s_2 \geq s_{min}$$

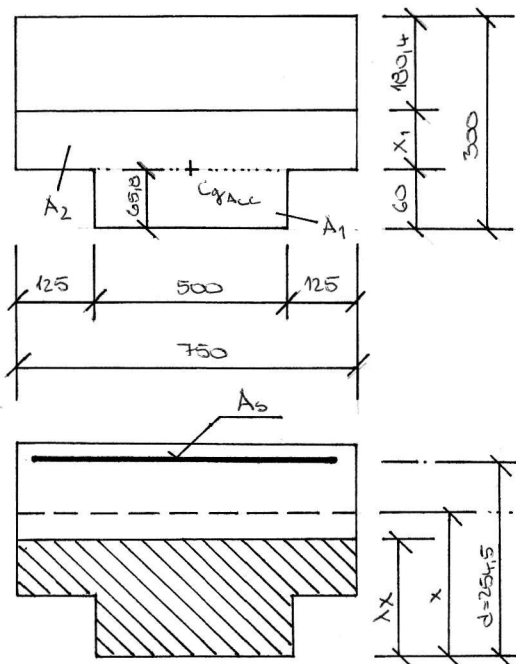
$$40,5 \geq 25 \Rightarrow \text{MĀKOVUJE}$$

- NĀVRĀ 5 ϕ 16 MĀKOVUJE





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



• NÁVRH VĚSTUŽE NAD PODPOROU b

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

PROVU TLAČEJEEJ OBLASTI VYPOČÍTAM ZO
SILOVEJ PODMIENKY ROVNOVÁHY

$$F_{cd} = F_s$$

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

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

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

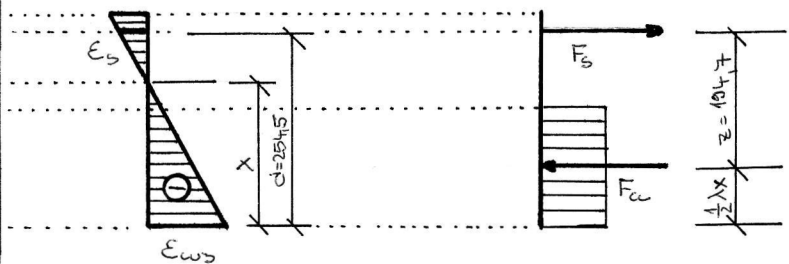
$$x_1 = \frac{A_{cc} - 500 \cdot 60}{750} = 59,6 \text{ mm}$$

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

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

ŤAŽISKO TLAČEJEEJ OBLASTI

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



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

$$M_{ed} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 3436 \cdot 434,0 \cdot 194,7 = 290,877 \text{ kNm}$$

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

$$290,877 > 268,609 \Rightarrow \text{VÝHODUJE}$$

- KONTROLA PRETVORENIA VĚSTUŽE

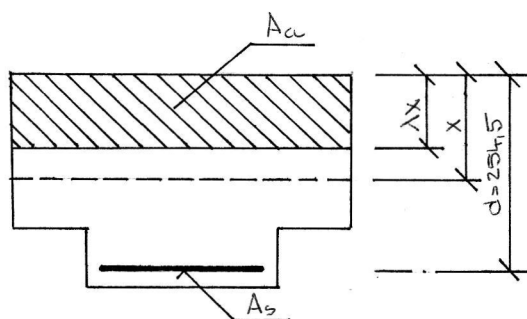
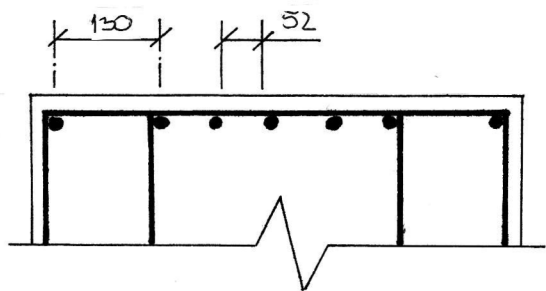
$$\frac{\epsilon_s}{(d-x)} = \frac{\epsilon_{ws}}{x} \Rightarrow \epsilon_s = \frac{\epsilon_{ws}}{x} (d-x)$$

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

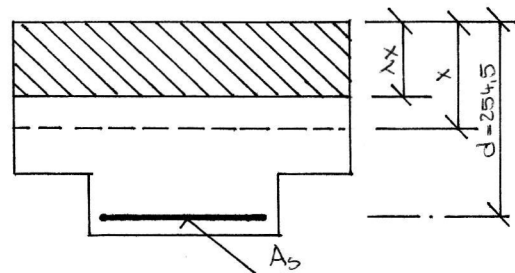
$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,0}{200000} = 0,00217 = 2,2 \text{ ‰}$$

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

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



NÁVRH VĚSTUŽE 5φ25 $A_s = 2454 \text{ mm}^2$



- KONTROLA MIN. A MAX. PLOCHY VĚSTUŽE

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

$$A_{s, \max} > A_s \Rightarrow 3400 > 2454 \Rightarrow \text{VÝHOVUJE}$$

- KONTROLA VĚDIALELOSTÍ VĚSTUŽE

NAJVĚČŠIA OBOVÁ VĚDIALELOST' $s_1 = 125 \text{ mm}$

NAJMEŠIA SVETLÁ 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 VĚSTUŽE V POLI BC

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

PLOCHU TLAČEJED OBLASTI VPOČÍTAM ZO SILovej PODMIENKY ROVNOVÁHY

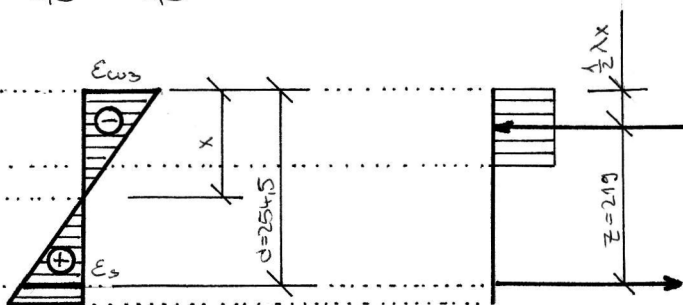
$$F_{cd} = F_s$$

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

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

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

$$x = \frac{\lambda x}{\alpha} = \frac{71,1}{0,8} = 88,9 \text{ mm}$$



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

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

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

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

- KONTROLA PRETVORENIA VĚSTUŽE

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

$$\epsilon_s = \frac{0,0057}{88,9} (254,5 - 88,9) = 0,0065 = 6,5 \%$$

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

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

- KONTROLA MIN. A MAX. PLOCHY VĚSTUŽE

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

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

- KONTROLA VĚDIALELOSTI VĚSTUŽE

$$\text{OSOVĀ VĚDIALELOST' VĚSTUŽE } s_1 = 102 \text{ mm}$$

$$\text{SVETLĀ VĚDIALELOST' VĚSTUŽE } s_2 = 77 \text{ mm}$$

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

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

- LĀVRU 5 ϕ 25 VYHOVUJEDIMENZOVALIE VĚSTUŽE PREKLADUNA ŠMYK• KRYTIE

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

• KONŠTRUKČIE ZĀSADY

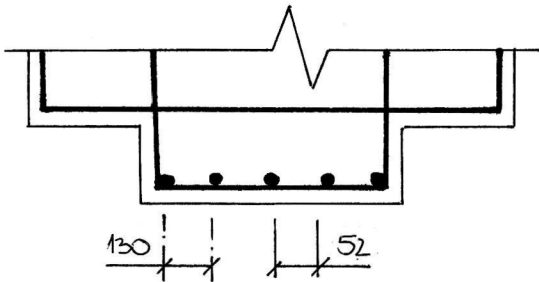
- MINIMĀLNY STUPEĽ VĚSTUŽENIA

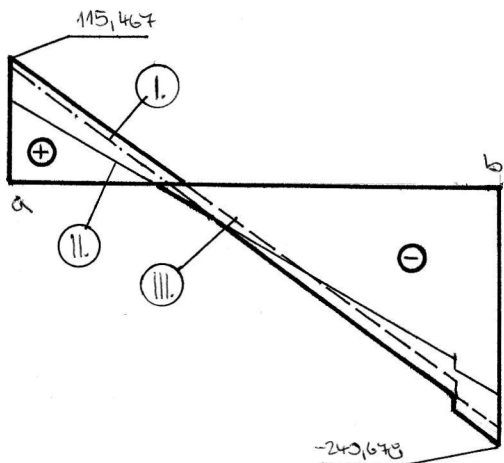
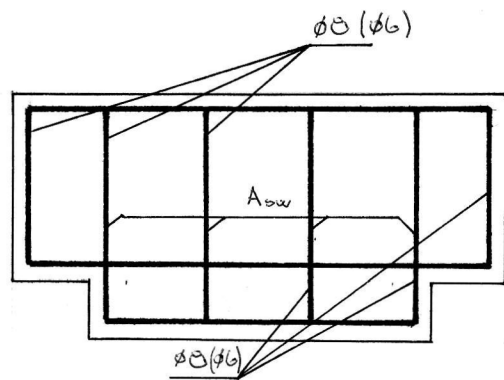
$$\rho_{w,min} = 0,00 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,00 \cdot \frac{\sqrt{30}}{500} = 0,00009$$

- MAXIMĀLNA RĚDĚČIA VĚDIALELOST' STRMIELIKOV

$$s_{1,max} = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 250 = 194,3 = 190 \text{ mm}$$

$$s'_{1,max} = 0,75 \cdot d' = 0,75 \cdot 254 = 190,5 = 190 \text{ mm}$$





- 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 a_b

- URČENIE UHLU θ (UHL TLAČELÝCH DIAGOLÁL)

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

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

$$\alpha = 90^\circ$$

- MATERIÁL VĚSTUŽIE B500S (A505R)

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

- ÚČINNOSŤ PRVNU BEZ ŠMYKOVEJ VĚSTUŽIE

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

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

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

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

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

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

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

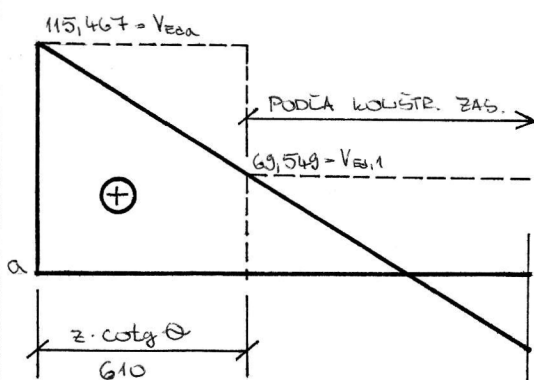
$$z \cdot \cot \theta = 244 \cdot 2,5 = 610 \text{ mm}$$

$$V_{Ed1} = V_{Eda} - (g + q) \cdot 0,610 = 115,467 - (57,457 + 17,010) \cdot 0,610$$

$$V_{Ed1} = 69,549 \text{ kN}$$

$$V_{Ed1} < V_{rd,c}$$

$69,549 < 70,542 \rightarrow$ ĎALEJ JE ŠMYKOVÁ VĚSTUŽ PODĽA KONŠTRUKČNÝCH ZÁŠAD



NÁVRYH 4-STRIZLÝCH STRMIEŤOV $\phi 6$ mm Z DŮVODU KONSTRUKČNÍCH ŽÁDAD VÍD. PŘEČNÁ VEDĚLELOSTĚ STRMIEŤOV.

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

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

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta$$

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

$$V_{Rd,s} > V_{Eda}$$

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

Z DŮVODU VELKÉHO PEDIMENZOVALIA ZMEUŠTÍM PROFIL STRMIEŤOV Z $\phi 6$ NA $\phi 6$ mm. TÁTO ZMENA MA VPLYV NA KRITIE ROZDĚLŤEJ VÍSTUŽE ZMEUŠTÍ SA O 2 mm KEDŽE SA JEDNÁ O RODILUTĚ DOM TAK TUTO SNÍTOČLOSTĚ ZALIEDBÁM. TAK TIEŽ SA ZVÄČŠÍ ÚNOSLOSTĚ PRKW NA 0,473 PŘETOŽE SA ZVÄČŠÍ RAMELO VLŮTORUTĚ SIL A TO O 2 mm. KO VÍPOČTE POUČITJEM HODLOTU $z = 244$ mm, NEUPRAVELUJ.

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

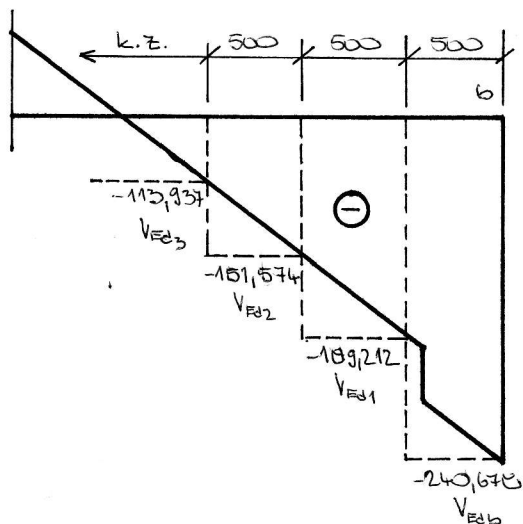
$$s = 259,6 \text{ mm} \Rightarrow s = 190 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta$$

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

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

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



RAMELO VĽOTORUČNÝ SIL V POĎPĚRE $b \Rightarrow z = 195 \text{ mm}$

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

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

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{wd}}{V_{Edb}} \cdot \cotg \theta = \frac{113 \cdot 195 \cdot 434,0}{240,670} \cdot 2,5$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

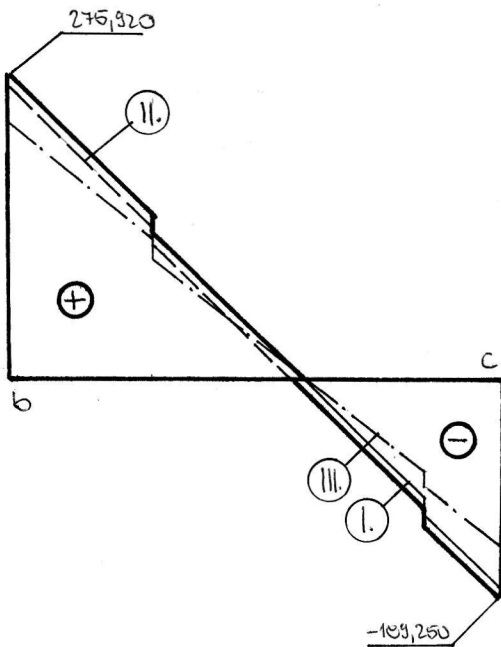
$$V_{Eds} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{wd} \cdot \cotg \theta = \frac{113}{150} \cdot 195 \cdot 434,0 \cdot 2,5$$

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

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

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

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



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

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

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

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

• NÁVRH VĚSTUŽE V POLI bc

- URČENIE UHLU θ

$$\theta \in \langle 21,8^\circ; 45^\circ \rangle \Rightarrow \theta = 21,8^\circ$$

- URČENIE UHLU α

$$\alpha = 90^\circ$$

- MATERIÁL VĚSTUŽE B500B (1050SR)

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

- ÚVLOSLAŠŤ BEZ ŠMŤKOVEJ VĚSTUŽE

- 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 $\phi 25$ BUDÚ ZAKOTVENÉ ZA LÍC PODPORY C)

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

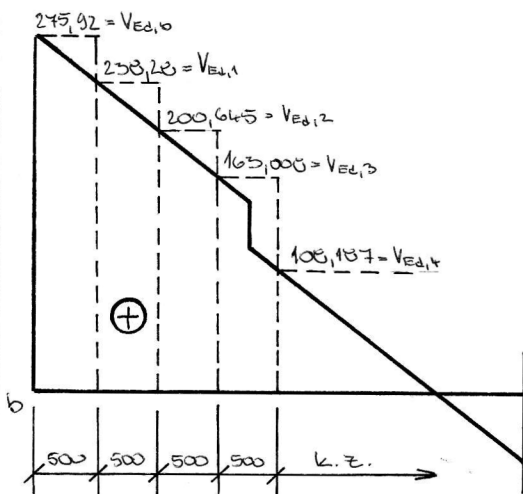
$$V_{Rd,c} = 95,200 \text{ kN}$$

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

- SILA $V_{Ed,6} = 275,920 \text{ kN}$

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd}}{V_{Ed,6}} \cdot \cot \theta = \frac{113 \cdot 195 \cdot 434,8}{275,920} \cdot 2,5$$

$$s = 86,8 \text{ mm} \Rightarrow s = 80 \text{ mm} < 190 \text{ mm}$$



$$V_{Ed,5} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta = \frac{113}{80} \cdot 195 \cdot 434,8 \cdot 2,5$$

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

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

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

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta}{V_{Ed,1}} = \frac{113 \cdot 195 \cdot 434,8 \cdot 2,5}{230280}$$

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

$$V_{Ed,5} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta = \frac{113}{100} \cdot 195 \cdot 434,8 \cdot 2,5$$

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

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

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

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta}{V_{Ed,2}} = \frac{113 \cdot 195 \cdot 434,8 \cdot 2,5}{200645}$$

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

$$V_{Ed,5} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta = \frac{113}{110} \cdot 195 \cdot 434,8 \cdot 2,5$$

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

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

- SILA $V_{Ed,3} = 163,008 \text{ kN}$

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta}{V_{Ed,3}} = \frac{113 \cdot 195 \cdot 434,8 \cdot 2,5}{163008}$$

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

$$V_{Ed,5} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg \theta = \frac{113}{140} \cdot 195 \cdot 434,8 \cdot 2,5$$

$$V_{Ed,3} = 171,086 \text{ kN} > V_{Ed,3} = 163,000 \text{ kN} \Rightarrow \text{MHOVJE}$$

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

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

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

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

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

$$V_{Rd,s} = 126,063 \text{ kN} > V_{Ed,4} = 100,107 \text{ kN} \Rightarrow \text{MHOVJE}$$

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

RAMELO VUŠTORNUTU SIL V POLI bL

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

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

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

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

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

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

$$V_{Rd,s} = 192,143 \text{ kN} > V_{Ed,c} = 109,250 \text{ kN} \Rightarrow \text{MHOVJE}$$

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

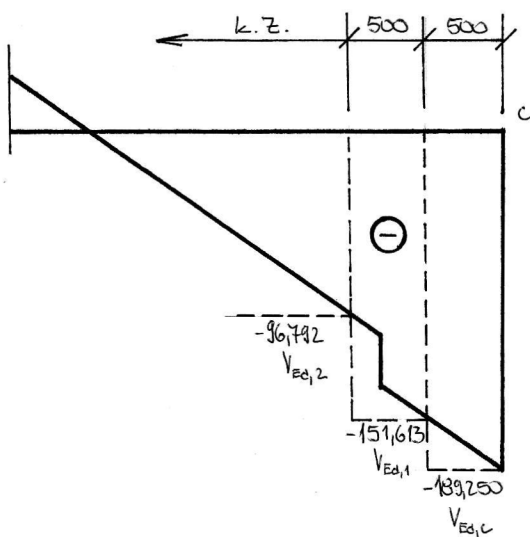
- SILA $V_{Ed,1} = 151,613 \text{ kN}$

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

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

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

$$V_{Rd,s} = 150,235 \text{ kN} > V_{Ed,1} = 151,613 \text{ kN} \Rightarrow \text{MHOVJE}$$



$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} = \frac{113}{500 \cdot 170} = 0,0014 > 0,00088$$

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

$$s = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd}}{V_{Ed,2}} \cdot \cot \theta = \frac{113 \cdot 219 \cdot 434,0}{96792} \cdot 2,5$$

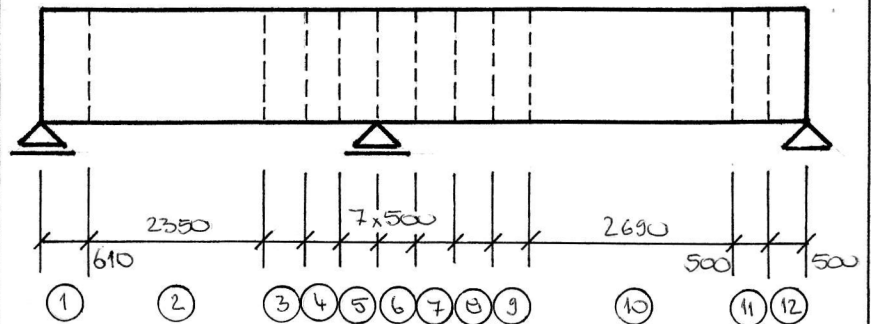
$s = 277,9 \text{ mm} \Rightarrow s = 190 \text{ mm}$ (KONSTR. ZĀSADA)

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

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

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

• REKAPITULĀCIJA ŠMYKOVEJ VĪSTUŽĒ



OBLASTĻ	POĻĒT KURŠU	PROFIL Ø	VĒDIALELĪBĒ [mm]
1	3	6	190
2	15	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

- DOPLNENIE ROZUDU K ŠMYKOVEJ VÝSTUŽI

$$V_{Ed,max} = \frac{k_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \eta_1 \cdot f_{ctd}}{\cot \theta + \tan \theta}$$

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

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

$$\eta_1 = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{cw}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0,528$$

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

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

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

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

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

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

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

ROZDELENIE POZDŮŽNEJ VÝSTUŽEV PREKLADĚ• MEDZNE NAPÄTIE V SUDŽŮŽOSTI

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

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

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

$$\eta_2 = 1,0$$

$$f_{ctd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ctk,0,05}}{f_c} = 1,0 \cdot \frac{20}{1,5} = 1,333 \text{ MPa}$$

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

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

• ZÁKLADNÁ KOTEVNÁ DŮŽVA

- V PODPERE a

$$a_e = z \cdot 0,5 (\cotg \vartheta - \cotg \lambda) = 244 \cdot 0,5 \cdot (2,5 - 0)$$

RAMELO KOTROUTUM SÍL UVAŽUJEM Z

MPŮČTU ÚLOŽOSTI NA OUVIS PRE

POLE ab

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

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

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

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

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

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

$$l_{b,reqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{16}{4} \cdot \frac{239,4}{2,933} = 319,31 \text{ mm}$$

- V POLI ab

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

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

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

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

$$l_{b,reqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd,r}}{f_{bd}} = \frac{16}{4} \cdot \frac{361,34}{2,933} = 481,94 \text{ mm}$$

- V RODPĒRE b

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

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

$$l_{b,reqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{td}} = \frac{25}{4} \cdot \frac{400,9}{2,099} = 1193,72 \text{ mm}$$

- V POLI bc

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

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

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

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

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

- V RODPĒRE c

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

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

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

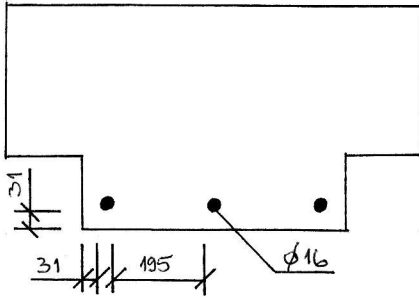
$$F_{Ed} = F_{td} = \frac{M_{Ed}}{z} + \Delta F_{td} + W_{Ed} = \frac{0}{219} + 236,779 + 0$$

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

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

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

REZ V PODPERE

• NÁVRHOVÁ KOTEVLÁ DŮŽKA

- V PODPERE a

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

$$\alpha_2 = 0,86$$

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

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

$$\alpha_2 = 1 - \frac{0,15 \cdot (c_d - \phi)}{\phi} = 1 - \frac{0,15 \cdot (31 - 16)}{16} = 0,86$$

$$\alpha_3 = 1,0 \quad \text{VĚSTUŽ NEMĚ OVLIVŔENÁ}$$

$$\alpha_4 = 1,0 \quad \text{VĚSTUŽ NEMĚ PRIVARENÁ}$$

$$\alpha_5 = 0,96$$

$$p = \frac{V_{Eda}}{b_w \cdot l} = \frac{115457}{500 \cdot 300} = 0,770 \text{ MPa}$$

$$\alpha_5 = 1 - 0,04 p = 1 - 0,04 \cdot 0,770 = 0,96$$

$$\text{- PODMIELKA} \quad \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 = 0,86 \cdot 1,0 \cdot 0,96 = 0,83 \geq 0,7$$

$$l_{bd, sup} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b, reqd} = 1,0 \cdot 0,86 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,96 \cdot 319,31$$

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

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

- V POLI a b

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

$$\alpha_2 = 0,86$$

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

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

$$\alpha_2 = 1 - \frac{0,15 \cdot (c_d - \phi)}{\phi} = 1 - \frac{0,15 \cdot (31 - 16)}{16} = 0,86$$

$$\alpha_3 = 1,0 \quad \text{VĚSTUŽ NEMĚ OVLIVŔENÁ}$$

$$\alpha_4 = 1,0 \quad \text{VĚSTUŽ NEMĚ PRIVARENÁ}$$

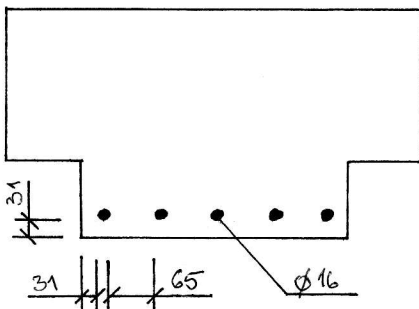
$$\alpha_5 = 1,0 \quad \text{V MIESTE MAX } M_{Ed} \text{ JE } V_{Ed} = 0 \text{ kN}$$

$$\text{- PODMIELKA} \quad \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 = 0,86 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,86 \geq 0,7$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b, reqd} = 1,0 \cdot 0,86 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 481,94$$

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

REZ V POLI



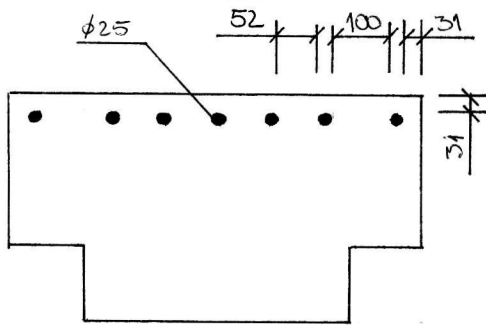
- ZAKŔTOVANÉ UAJMEUŠIE

VĚDIALEUOSTI PRE ŠWTOČNIEŠ

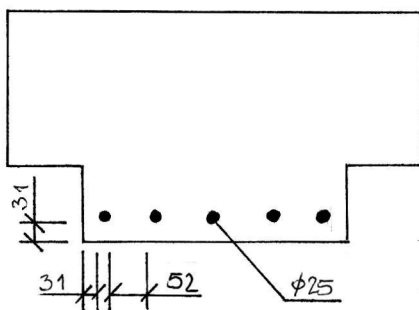
ROZMIESTUENIE VĚSTUŽE

VIŠ SMERŔU VĚSTUŽENIA

REZ LAD PODPOROU



REZ V POLI



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

- V PODPORE b

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

$$\alpha_2 = 0,99$$

$$c_d = \min\left(\frac{a}{2}; c_1; c\right) = \left(\frac{52}{2}; 31; 31\right) = (26; 31; 31)$$

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

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

$$\alpha_3 = 1,0 \text{ VYSTUŽ WELI OVIJUTÁ}$$

$$\alpha_4 = 1,0 \text{ VYSTUŽ WELI PRIVARELÁ}$$

$$\alpha_5 = 0,9$$

LODNOTU V_{Ed} VOLIM NAJVIŠŠIU V PODPERE

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

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

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

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

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

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

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

- V POLI b c

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

$$\alpha_2 = 0,96$$

$$c_d = \min\left(\frac{a}{2}; c_1; c\right) = \left(\frac{52}{2}; 31; 31\right) = (26; 31; 31)$$

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

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

$$\alpha_3 = 1,0 \text{ VYSTUŽ WELI OVIJUTÁ}$$

$$\alpha_4 = 1,0 \text{ VYSTUŽ WELI PRIVARELÁ}$$

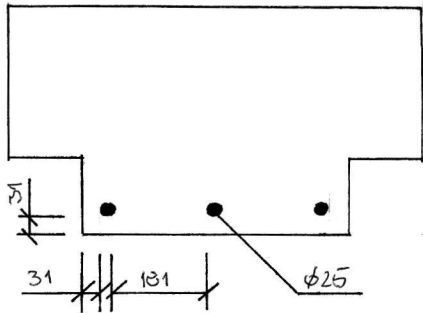
$$\alpha_5 = 1,0 \text{ V MIESTE MAX. } M_{Ed} \text{ JE } V_{Ed} = 0 \text{ kN}$$

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

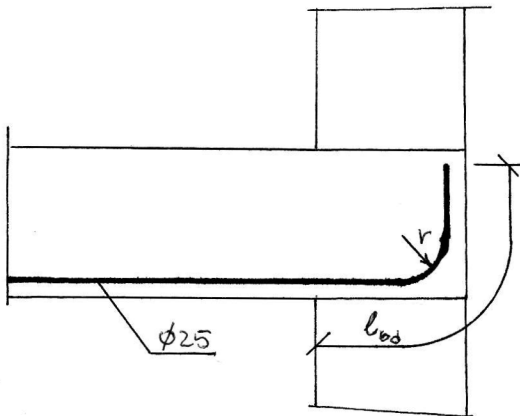
$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,req} = 1,0 \cdot 0,99 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 835,69$$

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

REZ V PODPORE



PODPORA C



-VÝSTUŽNÝ PRIEMER ZAKRYVĽIVIA

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

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

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

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

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

- V PODPORE C

$\alpha_1 = 1,0$ PRIAMY PRUT

$\alpha_2 = 0,96$

$C_d = \min\left(\frac{a}{2}; c_1; c\right) = \left(\frac{131}{2}; 31; 31\right) = (90; 31; 31)$

$C_d = 31 \text{ mm}$

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

$\alpha_3 = 1,0$ VÝSTUŽ VEĽKÝ OVIHLUTA

$\alpha_4 = 1,0$ VÝSTUŽ VEĽKÝ PRIVARELIA

$\alpha_5 = 0,95$

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

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

-PODMIENKA $\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 = 0,96 \cdot 1,0 \cdot 0,95 = 0,91 > 0,7$

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

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

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

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

-KOTEVLIE DĽŽKY PRE JEDNOTLIVÉ POLIA A PODPORY

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

MEDZUTĚ STAV POUŽITELNOSTI• MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

- BETÓN TRIEDY C30/37

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

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

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

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \psi_{(0,t_0)}} = \frac{32\,000}{1 + 2,2} = 10\,000 \text{ MPa}$$

 $\psi_{(0,t_0)} = \psi_{(0,28)}$ (URČÍM Z NORMATIVU
ČSN EN 1992-1-1)

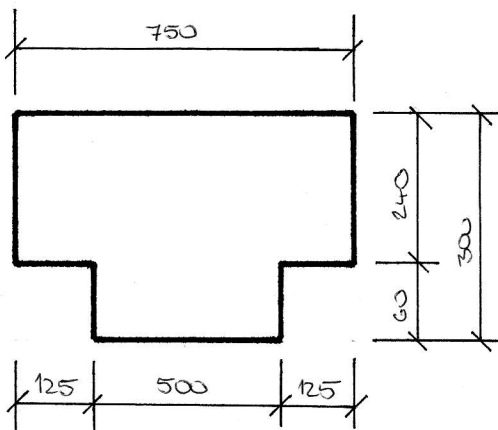
- VĚSTUČ B500B (105052)

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

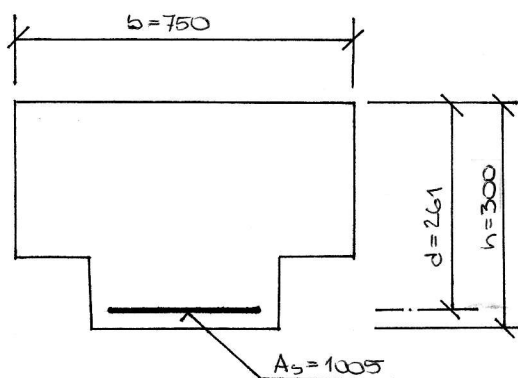
$$f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

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

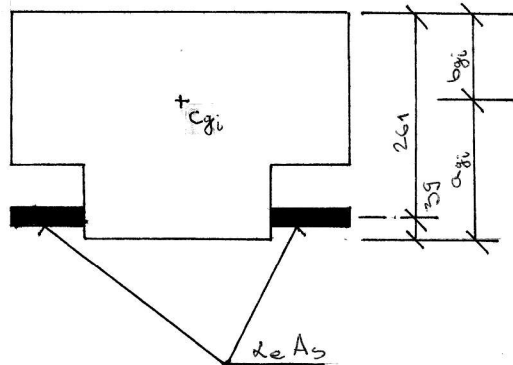
GEOMETRIA PRIEREZU



PRIEREZ V POLI a-b



IDEÁLNÝ PRIEREZ BEZ TRZLIKY

• PRIEREZOVÉ CHARAKTERISTIKY- IDEÁLNÝ PRIEREZ NEFORUŠEJÚ TRZLIKOU
POLE a-b

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

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

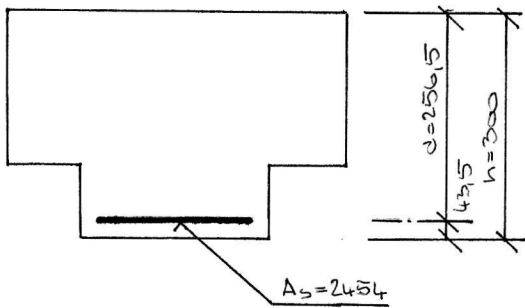
$$a_{gi} = \frac{750 \cdot 240 \cdot 180 + 500 \cdot 60 \cdot 30 + 6281,25 \cdot 39}{750 \cdot 240 + 500 \cdot 60 + 6281,25} = 155,1 \text{ mm}$$

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

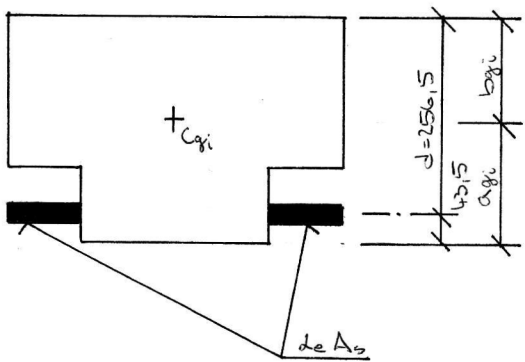
$$I_i = \frac{1}{12} 750 \cdot 240^3 + 750 \cdot 240 \cdot (144,9 - 120)^2 + \frac{1}{12} 500 \cdot 60^3 + 500 \cdot 60 \cdot (155,1 - 30)^2 + 6281,25 \cdot (155,1 - 39)^2$$

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

PRIEREZ V POLI b-c



IDEÁLNY PRIEREZ BEZ TRYLÍK



- IDEÁLNY PRIEREZ NEPORUŠENÝ TRYLÍKOU
POLE b-c

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

$$d_e \cdot A_s = 6,25 \cdot 2454 = 15\,337,5 \text{ mm}^2$$

$$a_{gi} = \frac{750 \cdot 240 \cdot 130 + 500 \cdot 60 \cdot 30 + 15\,337,5 \cdot 43,5}{750 \cdot 240 + 500 \cdot 60 + 15\,337,5}$$

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

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

$$I_i = \frac{1}{12} 750 \cdot 240^3 + 750 \cdot 240 (149,3 - 120)^2 + \frac{1}{12} 500 \cdot 60^3 + 500 \cdot 60 \cdot (150,7 - 30)^2 + 15\,337,5 \cdot (150,7 - 43,5)^2$$

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

• URČENIE KRITICKÝM MOMENTOV NA
MEDZI VEĽKOU TRYLÍKOU

- 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
ZATÁŽENÍM VÍD' STRANA 1 AŽ 3

- PRE VÝPOČET MSP POUŽIJEM KVÁZISTÁLU
KOMBINÁCIU ZATÁŽENÍ

$$\sum_{j=1} G_{k,j} + \sum_{l=1} \psi_{2,l} \cdot Q_{k,l}$$

[kWh/m]

POPIS ZATÁŽENIA	CHARAKTE- RISTICKÁ HODNOTA	SÚČ.	POUŽITÁ HODNOTA
VLASTNÁ TIAŽ PREKLADU	5,250	—	5,250
STROP MAD 1NP	22,105	—	22,105
NOBŤA 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
ŠKOLIOVÉ ZATÁŽENIE	6,462	0,0	0,000

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

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

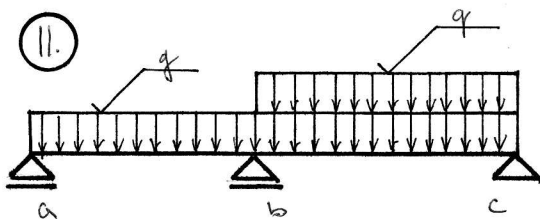
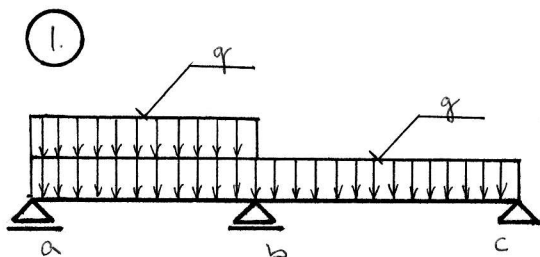
- ZATÁŽOVACIE STAVY

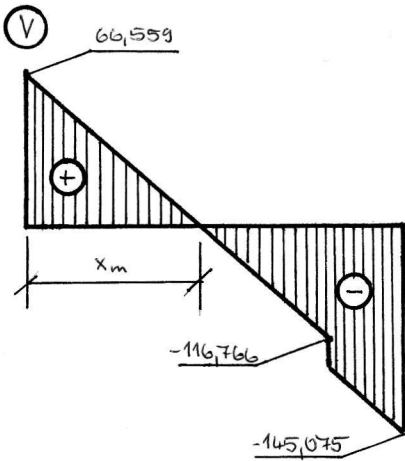
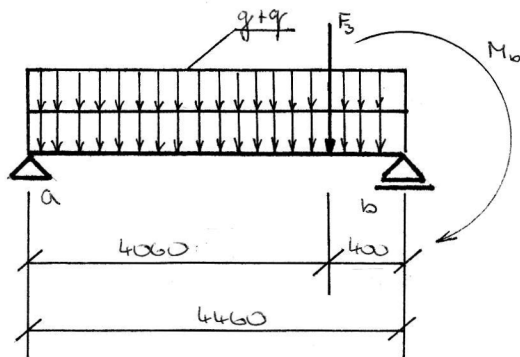
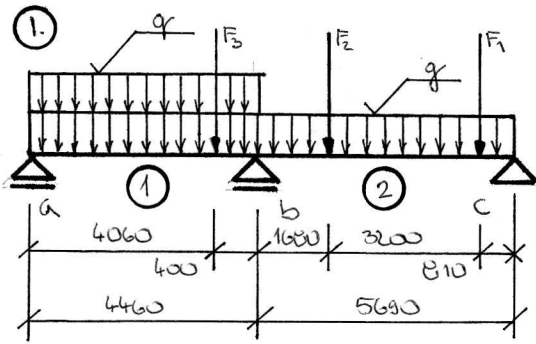
I. KOMBINÁCIA PRE MAXIMÁLNU PRIEČKU

V POLI a-b

II. KOMBINÁCIA PRE MAXIMÁLNU PRIEČKU

V POLI b-c





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

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

• VŮTORNÉ SILY KOMBINÁCIA 1.

POUŽITIE TROJ-MOMENTOVÝM ROVLÍC

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

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

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

$$= \frac{(42,56 + 2,594) \cdot 4460^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,54 \cdot 10^9} + \frac{10247 \cdot 4060 \cdot 400}{6 \cdot 32000 \cdot 1,54 \cdot 10^9 \cdot 4460} \cdot (4460 + 4060) = 0,003495$$

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

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

$$+ \frac{12723 \cdot 4800 \cdot 810}{6 \cdot 32000 \cdot 1,64 \cdot 10^9 \cdot 5690} (5690 + 810) = 0,006072$$

- ROVLICA PRE MOMENT M_b

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

$$M_b (3,017 \cdot 10^{-11} + 3,614 \cdot 10^{-11}) + 0,003495 + 0,006072 = 0$$

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

- REAKCIA R_b

$$4,46 \cdot R_b = 4,46 \cdot \frac{1}{2} (42,56 + 2,594) + 4,06 \cdot 10247 + 156,341$$

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

- REAKCIA R_a

$$R_a = 4,46 \cdot (42,56 + 2,594) + 10247 - R_b$$

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

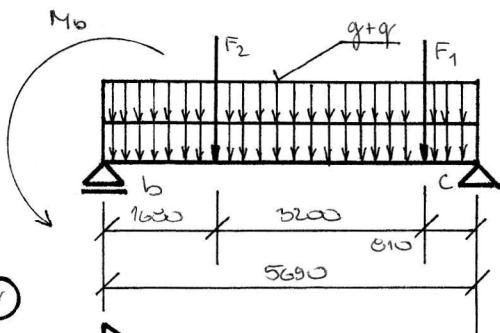
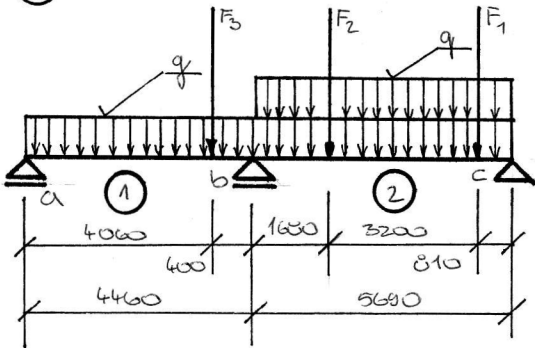
- MIESTO S MAX. MOMENTOM x_m

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

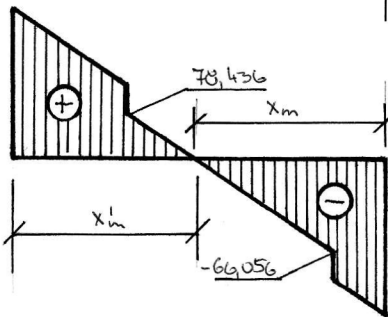
- MAXIMÁLNY MOMENT M_{EL}

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

11.



V



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

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

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

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

• VLŪTORUĒ SILĻ KOMBINĀCIJA II.

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

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

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

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

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

$$= \frac{(42,56 + 2,594) \cdot 4460^3}{24 \cdot 32000 \cdot 1,64 \cdot 10^9} + \frac{12720 \cdot 1630 \cdot 4010}{6 \cdot 32000 \cdot 1,64 \cdot 10^9 \cdot 5690}$$

$$\cdot (5690 + 4010) + \frac{12720 \cdot 4880 \cdot 810}{6 \cdot 32000 \cdot 1,64 \cdot 10^9 \cdot 5690} (5690 + 810) = 0,007251$$

-ROVLICA PRE MOMENT \$M_b\$

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

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

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

-REAKCIJA \$R_b\$

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

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

-REAKCIJA \$R_c\$

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

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

-MIESTU S MAX. MOMENTOM \$x_m\$

$$x_m = \left(3,2 - \frac{78,436 \cdot 3,2}{78,436 + 69,056} \right) + 0,81 = 1,463 + 0,81$$

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

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

- MAXIMÁLLY MOMENT M_{EK}

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

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

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

• POSUDELIE NA VELIK TRHLIU

POLE a-b

$$M_{EK} > M_{cr}$$

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

POLE b-c

$$M_{EK} > M_{cr}$$

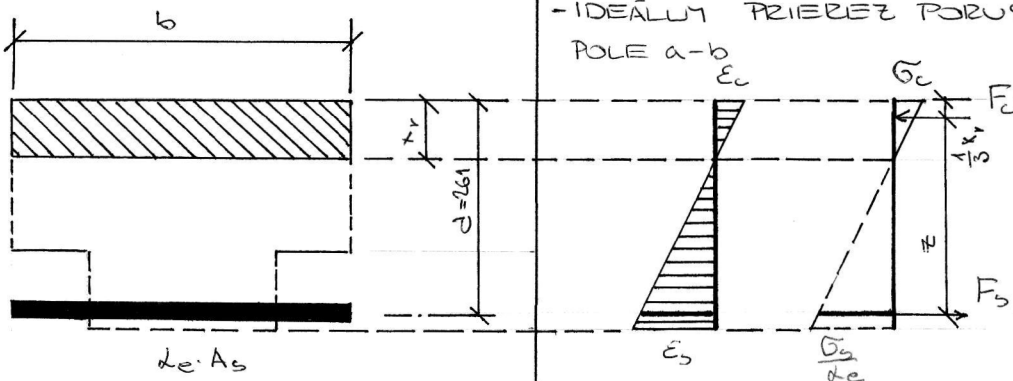
$$126,945 > 31,560 \Rightarrow \text{VELIKLÚ TRHLIU}$$

- Z POROVNANIA VPLÝVA ŽE JE LUTIE
POČÍTAT S PORUŠENÝM PRIEREZOM

• PRIEREZOVÉ CHARAKTERISTIKY

- IDEÁLNY PRIEREZ PORUŠENÝ TRHLIOU

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 SILOVEJ PODMIENKY

$$0 = F_c - F_s$$

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

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

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

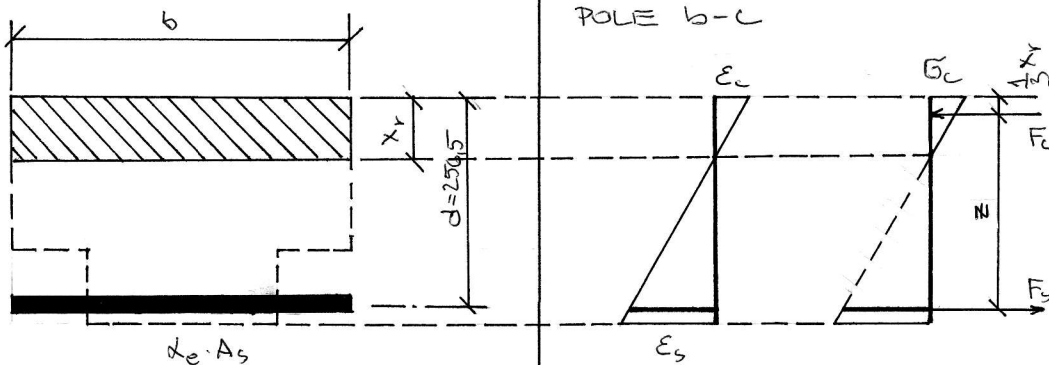
$$x_r = 50,3 \text{ mm}$$

- MOMENT ZOTRVACĽOSTI PORUŠENÍHO PRIEREZU

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

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

- IDEÁLNY PRIEREZ PORUŠENÝ TRHLICOU POLE b-c



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

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

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

- MOMENT ZOTRVACĽOSTI PORUŠENÉHO PRIEREZU

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

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

• PRIEHTY PRI KVÁZI-STÁLOM ZATAŽENÍ
PO ZHOTOVENÍ (ZABUDOVALÍ)

- VKTORIE SÍLY SPOČÍTAM POMOCOU TRJZ-MOMENTOVEJ ROVNICE TÝM ŽE UADRADÍM $E_{cm} \cdot I_i \Rightarrow E_{cm} \cdot I_{cr}$. Z TOHOTO DŮVODU SA ČASŤ UADPROPOROVÉHO MOMENTU PRESUNIE DO PRIČALNÝCH POLÍ a-b, b-c. ZMEUÍ SA MAXIMÁLNY MOMENT M_{ek} A TAKTIEŽ JEHO POLOHA x_m . ĎALEJ UVEDIEM KEU HODNOTU x_m SPŮSOB VÍPOČTU JE ROVNÁKY AKO NA STRANE 36 AŽ 38.

- POLE a-b (KOMBILÁCIA I.)

$$x_m = 1,536 \text{ m (V TOMTO MIESTE ZISTÍM PRIEHTY)}$$

- POLE b-c (KOMBILÁCIA II.)

$$x'_m = 3,363 \text{ m (V TOMTO MIESTE ZISTÍM PRIEHTY)}$$

- PRE VÍPOČET PRIEHTYU POUŽIJEM CLEBSCHOVŤ METŮDU

POLE a-b (KOMBILÁCIA I.)

- PRIEDEL OUBOVÝCH MOMENTOV

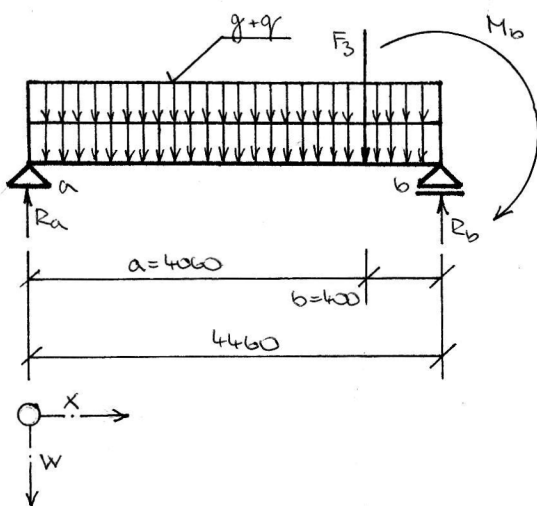
$$M_{(x)} = R_a \cdot x - \frac{1}{2} x^2 (g+q) \left| - F_3 \cdot (x-a) \right.$$

- DIFERENCIÁLNA ROV. $x = 4,06$

$$EI w'' = -M_{(x)} = -R_a x + \frac{1}{2} x^2 (g+q) \left| + F_3 (x-a) \right.$$

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

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



- Z OKRAJOVÝM PODMIEŤOK VPLYŤA

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

$$w_{(l_{ab})} \Rightarrow 0 = -R_a \frac{l_{ab}^3}{6} + \frac{1}{24} l_{ab}^4 (q + q_1) + F \frac{(l_{ab} - a)^3}{6} + \bar{c}_1 \cdot l_{ab}$$

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

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

- VÝSLEDNÝ TVAR ROVLICE OUBOVÉJ ČIAR

(JEDNOTKY: mm, N)

$$EI_{cr} \cdot w = \left[-R_a \frac{x^3}{6} + \frac{1}{24} x^4 (q + q_1) \right] + F \frac{(x - a)^3}{6} + 6,42 \cdot 10^{10} \cdot x$$

$x = 406$

- PRIEŤB 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 WOLŠTR.

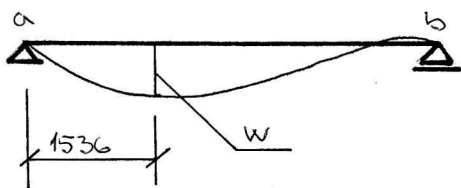
$$w_{lim} = \frac{l_{ab}}{500} = \frac{4460}{500} = 8,92 \text{ mm}$$

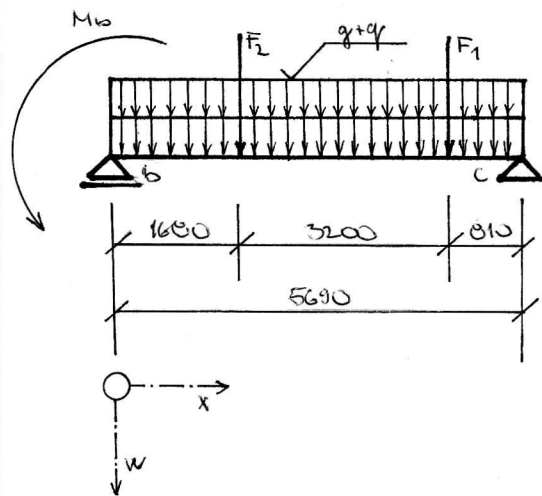
$$w < w_{lim}$$

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

POZL.

SPOČÍTAL SOM PRIEŤB V MIESTE MAXIMÁLNEHO OUBOVÉHO MOMENTU. ROZDIEL MEDZI MAXIMÁLNYM PRIEŤBOM A SPOČÍTANÝM PRIEŤBOM JE ZÁBEDEĽNÝ.





POLE b-c (KOMBIKÁCIA II.)

- PRIEBEH OHYBOVÝCH MOMENTOV

$$M(x) = -M_b + R_b \cdot x - \frac{1}{2} x^2 q \left| \begin{array}{l} -F_2 (x-a) \\ -F_1 (x-(a+b)) \end{array} \right. \begin{array}{l} x > 1,60 \\ x > 4,80 \end{array}$$

- DIFERENCIÁLNA ROVNICA

$$EI w'' = -M(x) = M_b - R_b \cdot x + \frac{1}{2} x^2 q \left| \begin{array}{l} +F_2 (x-a) \\ +F_1 (x-(a+b)) \end{array} \right. \begin{array}{l} x > 1,60 \\ x > 4,80 \end{array}$$

$$EI w' = M_b x - R_b \frac{x^2}{2} + \frac{1}{6} x^3 q \left| \begin{array}{l} +F_2 \frac{(x-a)^2}{2} \\ +F_1 \frac{(x-(a+b))^2}{2} \end{array} \right. + \bar{C}_1 \begin{array}{l} x > 1,60 \\ x > 4,80 \end{array}$$

$$EI w = M_b \frac{x^2}{2} - R_b \frac{x^3}{6} + \frac{1}{24} x^4 q \left| \begin{array}{l} +F_2 \frac{(x-a)^3}{6} \\ +F_1 \frac{(x-(a+b))^3}{6} \end{array} \right. + \bar{C}_1 x + \bar{C}_2 \begin{array}{l} x > 1,60 \\ x > 4,80 \end{array}$$

- Z OKRAJOVÝCH PODMIEŤOK

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

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

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

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

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

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

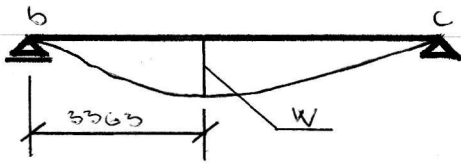
$$\bar{C}_1 = 1,09 \cdot 10^{11} \text{ Nmm}^2$$

- VÝSLEDNÝ TVAR ROVNICE OHYBOVEJ ČIARY

(JEDNOTY : N, mm)

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

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



- PRIEHL V MIESTE x_m V POLI b-c

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

$$32000 \cdot 6,05 \cdot 10^6 \cdot W = 146,640 \cdot 10^6 \cdot \frac{3363^2}{2} - 167301 \frac{3363^3}{6}$$

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

$$+ 12720 \cdot \frac{(3363 - 1600)^3}{6} + 1,09 \cdot 10^{11} \cdot$$

$$\cdot 3363$$

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

- LIMITNÁ HODNOTA PO ZABUDOVANÍ KOLUŠTE.

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

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

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

• PRIEHLB PRI KVÁZI-STÁLOM ZATÁŽENÍ
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_e A PRETO DOJDE AJ K ZMELE MOMENTU

ZOTVAČNOSTI PORUŠENÉHO IDEÁLNEHO

PRIEREZU (HODNOTA I_{cr})

- ÚPRAVA PORUŠENÉHO PRIEREZU V POLI a-b

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

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

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

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

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

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

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

- 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

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

- OHYBOVÁ TUHOSŤ V POLI b-c

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

- VPLYVOM ZMEN OHYBOVÝCH TUHOSŤÍ

DOJDE K REDISTRIBÚCII MOMENTOV

ČÍŽE AJ K ZMELE POLOHY MAXIMÁLNEHO

MOMENTU. ĎALEJ UVEDIEM LEN ULOŽTU

x_m ČÍŽE POLOHU MAXIMÁLNEHO MOMENTU.

SPŮSOB VÝPOČTU JE ROVLAKÝ AKO

NA STRANÁCH 36 AŽ 37. ULOŽTU x_m

POSADÍM DO ROVNICE OHYBOVEJ ČIARY

KTORÚ SOM ODVODIL PRE TIEDOVITIVÉ

KOMPILÁCIE NA STRANÁCH 40 AŽ 43.

SAMOZREJME S UPRAVENOU OHYBOVOU

TUHOŠŤOU $E_{\text{celná}} \cdot I_{cr}$.

- POLE a-b (KOMBILÁCIA I.)

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

- POLE b-c (KOMBILÁCIA II.)

$$x_m' = 3,374 \text{ m}$$

- PRIEMYS V MIESTE x_m V POLI a-b

ROVNICA OUBOVEJ ČIARY (STRANA 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 OKRAJOVÝM PODMIEŤK

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

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

VÝSLEDUŤ TVAR ROVNICE OUBOVEJ ČIARY

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

$x = 4,06$

- PRIEMYS V MIESTE x_m V POLI a-b

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

$$7,66 \cdot 10^{12} \cdot w = -70160 \cdot \frac{1526^3}{6} + \frac{1}{24} \cdot 1526^4 \cdot 45,905 + 6,26 \cdot 10^{10} \cdot 1526$$

$$w = 0,38 \text{ mm}$$

- LIMITNÁ HODNOTA PRE PRIEMYS S

DOTVAROVANÍM (DUSODOBŤ PRIEMYS)

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

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

$$0,38 < 17,84 \Rightarrow \text{VÝHOĽE}$$

- PRIELIŽ V MIESTE x'_m V POLI b-c

ROVNICA OLYBOVEJ ČIARY (STRANA 42)

$$EIW = M_b \frac{x^2}{2} - R_b \frac{x^3}{6} + \frac{1}{24} x^4 (q+q) \Big|_{x=1,60}^{x=4,00} + F_2 \frac{(x-a)^3}{6} \Big|_{x=1,60}^{x=4,00} + F_1 \frac{(x-(a+b))^3}{6} + \bar{C}_1 \cdot x + \bar{C}_2$$

Z OVRÁJOMŤ PODMIEŤOK

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

$$W(1,60) \Rightarrow C_1 = 1,03 \cdot 10^{11} \text{ Nmm}^2$$

VÝSLEDNÝ TVAR ROVNICE OLYBOVEJ ČIARY

$$EIW = \left[M_b \frac{x^2}{2} - R_b \frac{x^3}{6} + \frac{1}{24} (q+q) x^4 \Big|_{x=1,60}^{x=4,00} + F_2 \frac{(x-a)^3}{6} \Big|_{x=1,60}^{x=4,00} + F_1 \frac{(x-(a+b))^3}{6} \right] + 1,03 \cdot 10^{11} \cdot x$$

PRIELIŽ V MIESTE x'_m V POLI b-c

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

$$1,33 \cdot 10^{13} \cdot W = 149,52 \cdot 10^6 \frac{3374^2}{2} - 167007 \frac{3374^3}{6} + \frac{1}{24} 45,935 \cdot 3374^4 + 12720 \frac{(3374-1600)^3}{6} + 1,03 \cdot 10^{11} \cdot 3374$$

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

- LIMITNÁ HODNOTA PRE PRIELIŽ S

DOTVAROVANÍM (DLHODOBÝ PRIELIŽ)

$$W_{\text{lim}} = \frac{l_{0L}}{250} = \frac{5690}{250} = 22,76 \text{ mm}$$

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

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

• SUMARIZÁCIA PRIEMEROV

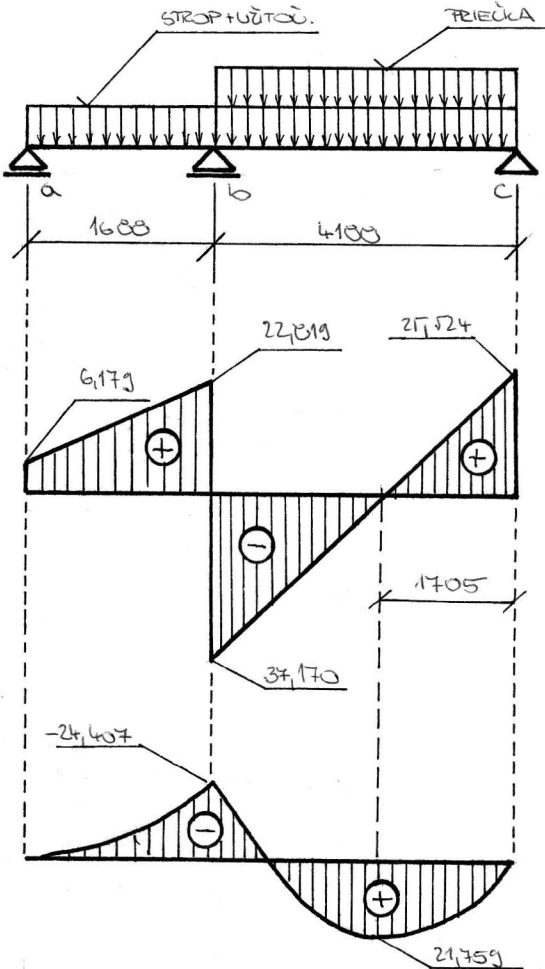
[mm]

TYP PRIEMERU	POLE	W	W _{lim}	POSUDOK
OKAMŽITÝ	a-b	6,76	0,92	VYHOVUJE
DLHODOBÝ	a-b	8,30	17,04	VYHOVUJE
OKAMŽITÝ	b-c	20,11	11,30	NEVYHOVUJE
DLHODOBÝ	b-c	28,76	22,76	NEVYHOVUJE

Z TABULKY A POSUDKOV VPLÝVA 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 MŠIEL CIA 10 mm TÚTO HODNOTU SOM ZISKAL Z PROGRAMU EXCEL KDE SOM SPRACOVAL POSTUP VÝPOČTU PRIEMERU. AVŠAK TÁTO HODNOTA UZAHŔUJE PRÍZASTOK NASTUJEJ TIAŽE PRETO UVAŽUJEM S REZERVOU OPROTI LIMITNEJ HODNOTE PRIEMERU.

VYVESENIE STROPLIČKY NOSNÍKOV
DO PŘEKŘADU

• ZATAŽENIE



POPIS	g_k [kN/m ²]	f_g	M_{bk}	M_{bd}
STROP	5,115	1,35	8,514	11,494
UČITOUĽE	2,000	1,50	3,353	5,000
PRIEČKA b,c	3,752	1,35	5,861	7,913
		Σ	17,700	24,407

POZV. → HODNOTY M_b PŘEBERÁM SO ZŠ. 1m

• KONŠTRUKČNÉ ZÁHADY

1) MINIMÁLNÁ A MAXIMÁLNÁ PLOCHA VĚSTUŽE

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \cdot b_e \cdot d = 0,26 \cdot \left(\frac{2,9}{500} \right) \cdot 420 \cdot 210$$

$$A_{s,min} = 135 \text{ mm}^2 \rightarrow 0,0015 \cdot b_e \cdot d = 0,0015 \cdot 420 \cdot 210$$

$$135 > 116$$

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

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

INTERVAL PŘE VĚVIZU VĚSTUŽE $A_s \in (135; 4200) \text{ mm}^2$

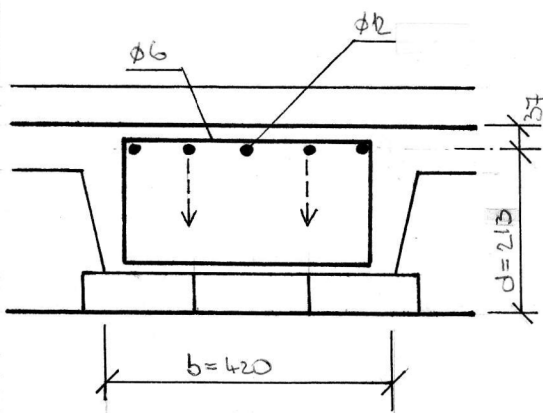
2) MAXIMÁLNÁ A MINIMÁLNÁ VĚDIALELOST' POZDĚČNĚJ VĚSTUŽE

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

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

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

PŘÍREZ



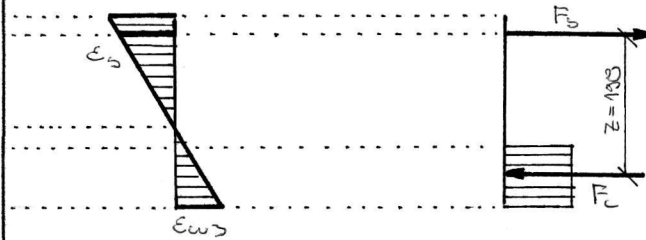
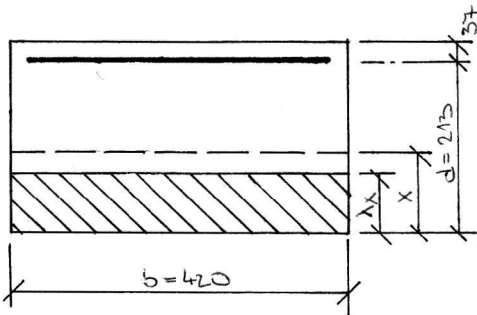
• NĀVRU VĪSTUĒ OČMĀ NAD RODPOBU

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

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

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

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



$$z = d - \frac{\lambda x}{2} = 213 - \frac{29,24}{2} = 193 \text{ mm}$$

$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 565 \cdot 434,0 \cdot 193 = 48,641 \text{ kNm}$$

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

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

- KONTROLA PĒTVORĒLIA VĪSTUĒ

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

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

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

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

- KONTROLA MIN. A MAX. PLOŠŪ VĪSTUĒ

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

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

- KONTROLA PĒDIALEŅĪSTI VĪSTUĒ

VĪSTUĒ BUDE ROZĻOŽĒVĀ POCĪ

VĪSTUĒ PĒRVĀDU (PĒCŪTĒVĀ K STRĒMĻŌM)

ZĀ DODĒĒVĀLIA KŪSTRUKĻŪTŪM ZĀĒSĀD

- NĀVRU 5ϕ12 MĀKŪJĒ

• NÁVRH NOSTIČE NA ŠMYK

PODĽA TABULIEK FIRMY HELUZ (VIŠ. PRÍLOHA)
JE ŠMYKOVÁ ÚLOŽnosť $V_{Ed} = 43,54 \text{ kN}$.

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

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

- VYBERIE POMOCOU OBYSOV

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

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

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

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

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

- REAKCIA

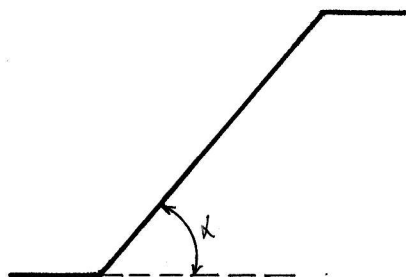
$$R = 37,17 + 22,019 = 59,189 \text{ kN}$$

- POSUDDOK

$$V_{Edo} \geq R$$

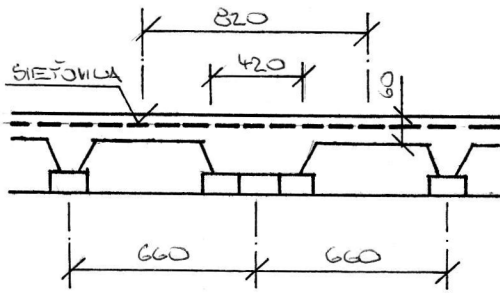
$$85,100 \geq 59,189 \Rightarrow \text{MHOVJE}$$

NÁVRH NA VYBERIE STROPLIČY
NOSTIČOV POD PRIEČNOU B, C
MHOVJE

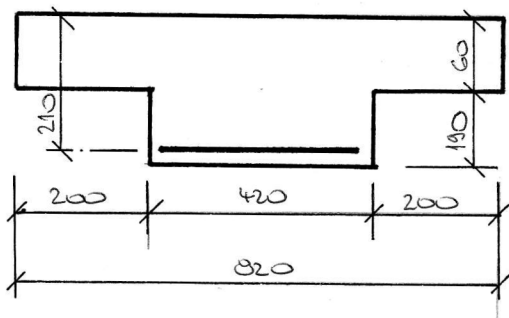


SKLOL OBYSOV $\alpha = 60^\circ$

SKUTOČNÝ PRIEREZ



IDEALIZOVANÝ PRIEREZ



POLOHU VÝSTUŽE PREDPOKLADÁM

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

→ ZATAŽOVACIA ŠÍRKA

$$M_{Ed} = 0,02 \cdot 21,759 = 17,842 \text{ kNm}$$

↳ MOMENT URČEŤ

NA 1m

POSUDOK VÝSTUŽE OLYB V POLI

b - ZATAŽOVACIA ŠÍRKA

b_{ef} - SPOLUPŮSOBIACA ŠÍRKA

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

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

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

$$b_{ef} = 2 \cdot b_{ef1} + b_w = 2 \cdot 396 + 420 = 1212 \text{ mm}$$

$$b_{ef} = b$$

$1212 = 820 \Rightarrow$ AKO SPOLUPŮSOBIACIU ŠÍRKU

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 PRETVORENIA VÝSTUŽE

$$\epsilon_s = \frac{E_w s}{x} (d - x) = \frac{90035}{22,5} (210 - 22,5)$$

$$\epsilon_s = 0,0292 = 2,92 \%$$

$$\epsilon_{yd} \leq \epsilon_s$$

$$2,2 < 2,92 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- MOMENTOVÁ ÚČINNOSŤ

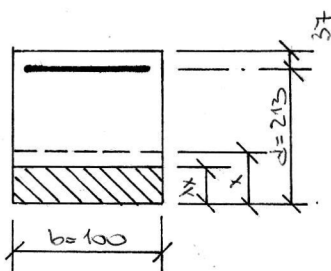
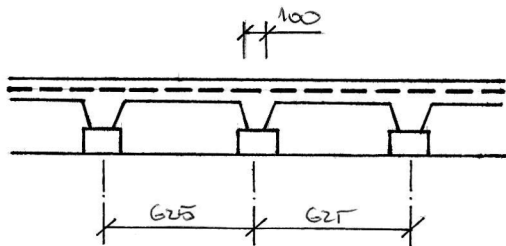
$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \left(d - \frac{\lambda x}{2} \right) = 679 \cdot 434,0 \left(210 - \frac{18}{2} \right)$$

$$M_{Rd} = 59,341 \text{ kNm}$$

POSUDOK

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$59,341 \geq 17,842 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$



• NÁVRH VÝSTUŽE OBYČ LAD PODPOROU

ZATIAŽOVACIA ŠÍRKA

$$b = 0,225 \text{ m}$$

$$M'_{ed} = 0,625 \cdot M_{ed} = 0,625 \cdot 16,494 = 10,309 \text{ kNm}$$

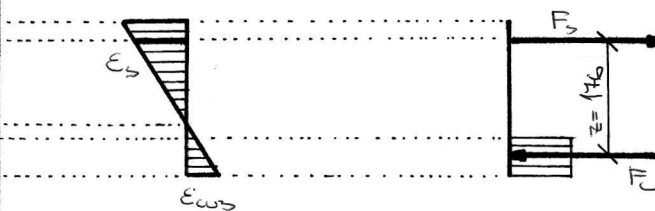
$$M_{ed} = (\text{STROP} + \text{UŽITOČNÉ})$$

$$M_{ed} = 11,494 + 5,000 = 16,494 \text{ kNm (STALOVÉLEŤ NAM')}$$

$$\text{VÝSTUŽ} \quad 3 \phi 12 \Rightarrow A_s = 339 \text{ mm}^2$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{339 \cdot 434,0}{100 \cdot 0,8 \cdot 20} = 92,12 \text{ mm}$$

$$\lambda x = 0,8 \cdot 92,12 = 73,70 \text{ mm}$$



$$z = d - \frac{\lambda x}{2} = 213 - \frac{73,7}{2} = 176 \text{ mm}$$

- KONTROLA PRETVORENIA

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{ws}}{x} (d - x) = \frac{9003\text{‰}}{92,12} (213 - 92,12)$$

$$\epsilon_s = 0,0046 = 4,6 \text{ ‰}$$

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

$$4,6 > 2,2 \Rightarrow \text{VYHODNE}$$

- MOMENTOVÁ ÚČINNOSŤ

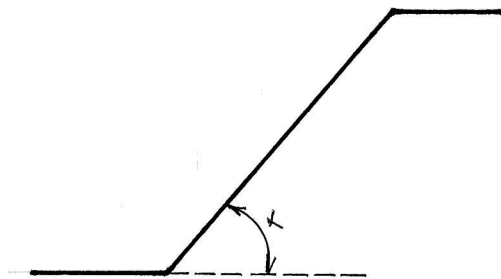
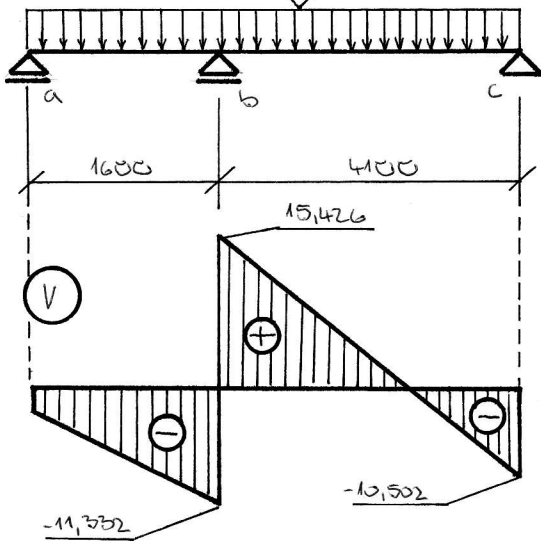
$$M_{rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 339 \cdot 434,0 \cdot 176$$

$$M_{rd} = 25,942 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} = M'_{ed}$$

$$25,942 \geq 10,309, \Rightarrow \text{VYHODNE}$$

ZATIAŽOVACIA ŠIRKA 625mm
STROP+VŮTŮ



SMLOU OUKU $\alpha = 60^\circ$

• NÁVRH VŮSTUŽE NA ŠMYK

PODĚL TABULIEK FIRMY HELUZ (VID. PŘÍLOHA)

JE ŠMYKOVÁ ÚČINNOST $V_{Rd} = 43,54 \text{ kN}$

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$43,54 \geq 15,426 \Rightarrow \text{MHOVJE}$$

-VŮSEKALIE POMOCOU OUKŮV

$$1\phi 12 \Rightarrow A_s = 113 \text{ mm}^2$$

$$F = A_s \cdot f_{y,d} = 113 \cdot 434,0 = 49,132 \text{ kN}$$

$$V_{Rd0} = F \cdot \sin \alpha = 49,132 \cdot \sin 60$$

$$V_{Rd0} = 42,549 \text{ kN}$$

-REAKCIA

$$R = 11,332 + 15,426 = 26,758 \text{ kN}$$

-POSUĐOK

$$V_{Rd0} \geq R$$

$$42,549 \geq 26,758 \Rightarrow \text{MHOVJE}$$

NÁVRH NA VŮSEKALIE JEDNOTLVÝM

STROPLÍM LOKÁLNŮV MHOVJE

POZ.

UDLOTA 0,625 JE ZATÁŽOVACIA ŠÍRKA STROPU (OSOVÁ VEDIALELOSŤ MEDZI NOSNÍKMI). UDLOTA MOMENTU 21,759 JE STALOVELÁ NA 1m.

• POSUDOK NA OUBV V POLI

$$M'_{Ed} = 0,625 \cdot 21,759 = 13,6 \text{ kNm}$$

UDLOTA 21,759 JE EXTREMNA UDLOTA KTORÁ NEPESOBÍ V STROPE AVŠAK KEĎ SA PREKÁŽE ÚNOSLOSŤ AJ NA TELTO MOMENT TAK NOSNÍK BUDE VYHOVUVAŤ PRETO LEŽO V TEJTO UDLOTE JE ZAHLUTÁ AJ TIAŽ PRIEČNY KTORÁ SA NA 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 DOBKOU A STROPNÝM NOSNÍKOM POD PRIEČNOM

$$\Delta X = \frac{1705}{2} = 852,5 \text{ mm}$$

ΔX - POLOVICA VEDIALELOSTI MEDZI PRIEREZOM S MAXIMÁLLYM M_{Ed} A S KULOVÝM M_{Ed} .

VID. STRANA 48.

- SILA V PRIEREZE F_d

$$F_d = \frac{M_{Ed}}{z} = \frac{21,759}{0,201} = 108,254 \text{ kN}$$

- SILA V JEDNOM VEĎELKU ΔF_d

$$\Delta F_d = \frac{200}{820} \cdot F_d = \frac{200}{820} \cdot 108,254 = 26,403 \text{ kN}$$

↳ POMER $\frac{b_{ef1}}{b_{ef}}$

- ŠMYKOVÉ NAPÄTIE N_{Ed}

$$N_{Ed} = \frac{\Delta F_d}{h \cdot \Delta x} = \frac{26403}{60 \cdot 0,525} = 0,516 \text{ MPa}$$

↳ VIŠIA DOBETOLÁVNY

- NÁVRHOVÁ PEKLOSŤ BEŽLU V TĽAHI f_{ctd}

$$f_{ctd} = k_{ctb} \cdot 0,17 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_c} = 1,0 \cdot 0,17 \cdot \frac{2,9}{15} = 1,353 \text{ MPa}$$

- POSUDOK

$$N_{Ed} \leq 0,4 \cdot f_{ctd} \quad (\text{LEUÍ NUTNÁ MISTOČ})$$

$$0,516 \leq 0,4 \cdot 1,353$$

$$0,516 \leq 0,541 \Rightarrow \text{MHOVJE}$$

NÁVRH A POSUDEKIE ŠTŮPU

POD PODPEROU b

• ZATAŽENIE

$$N_{Ed} = 240,678 + 275,920 = 516,598 \text{ kN}$$

(VID. STRANA 10)

KODLOTA N_{Ed} JE PREVZATÁ Z KOMBINÁCIE 1.

• NÁVRH

OLEU 523T $f_y = 235 \text{ MPa}$

PROFIL 2x UPE 140

$$A = 3686 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 1,1937 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$I_x = 8,5575 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

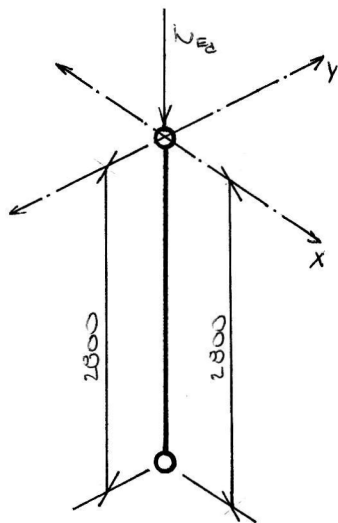
• POSUDOK ROVINUJŤ VĚPER

- ZATRIEDENIE PRIEREZU

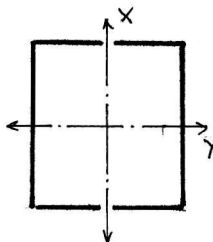
$$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0$$

$$\frac{c}{t} = \frac{122}{5} = 24,4 \leq 33 \cdot \epsilon = 33 \Rightarrow \text{PRIEREZ TRIEDY 1} \textcircled{1}$$

ZATAŽOVACIA SCHÉMA



PROFIL



• VĚSOČENIE V SMERE OSI X

$$L_{cr,x} = 2800 \text{ mm}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{1,1997 \cdot 10^7}{3686}} = 57,05 \text{ mm}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 1,1997 \cdot 10^7}{2800^2}$$

$$N_{cr,y} = 3171,580 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{3686 \cdot 237}{3171580}} = 0,52$$

$$\phi_y = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 [1 + 0,34 (0,52 - 0,2) + 0,52^2]$$

$$\phi_y = 0,6896$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,6896 + \sqrt{0,6896^2 - 0,52^2}} = 0,80$$

$$N_{0,Edy} = \chi_y \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = 0,80 \frac{3686 \cdot 237}{1,0} = 762,265 \text{ kN}$$

$$N_{0,Edy} \geq N_{Ed}$$

$$762,265 \geq 516,590 \Rightarrow \text{MĚNOUJE}$$

$$0,68 < 1,0 \text{ (JEDNOTLIVĚ POSUDOK)}$$

• VĚSOČENIE V SMERE OSI Y

$$L_{cr,y} = 2800 \text{ mm}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{8,5575 \cdot 10^6}{3686}} = 48,10 \text{ mm}$$

$$N_{cr,x} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 8,5575 \cdot 10^6}{2800^2}$$

$$N_{cr,x} = 2262,290 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_x = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,x}}} = \sqrt{\frac{3686 \cdot 237}{2262290}} = 0,62$$

$$\phi_x = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda}_x - 0,2) + \bar{\lambda}_x^2] = 0,5 [1 + 0,34 (0,62 - 0,2) + 0,62^2]$$

$$\phi_x = 0,7636$$

$$x_x = \frac{1}{\phi_x + \sqrt{\phi_x^2 - \lambda_x^2}} = \frac{1}{0,7636 + \sqrt{0,7636^2 - 0,62^2}} = 0,83$$

$$N_{b,Edx} = x_x \frac{A \cdot \sigma_y}{\gamma_{M_0}} = 0,83 \frac{3606 \cdot 235}{1,0} = 710,954 \text{ kN}$$

$$N_{b,Edx} \geq N_{Ed}$$

$$710,954 \geq 516,590 \Rightarrow \text{MĀKŅĒ}$$

$$0,72 < 1,0 \text{ (JEDUOTNOĪTĒ PĒSUDOKĀ)}$$

ROZDELENIE POZDĽŽNEJ NOSNEJ VÝSTUŽE

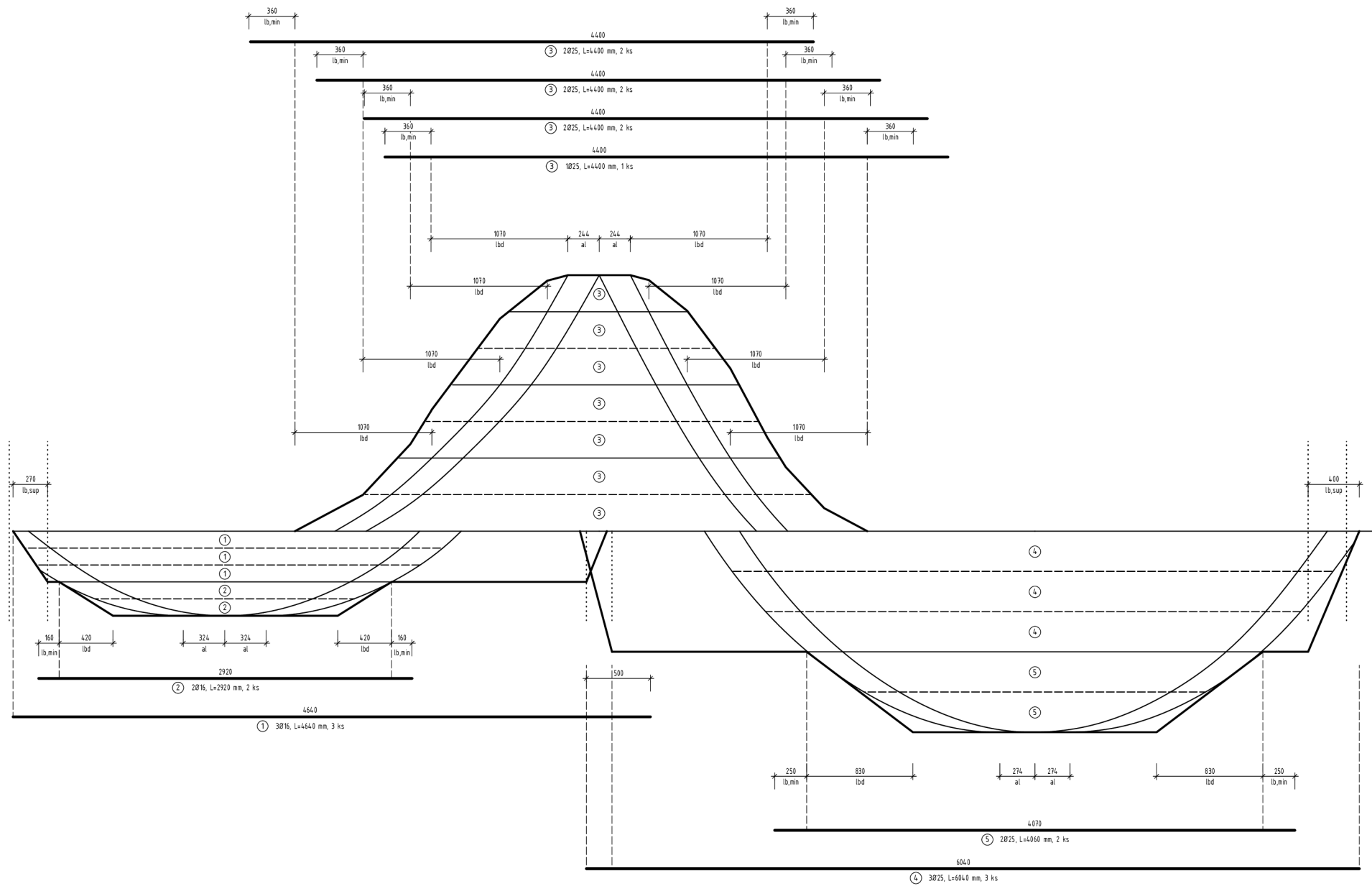


SCHÉMA VYSTUŽENIA NOSNOU VÝSTUŽOU

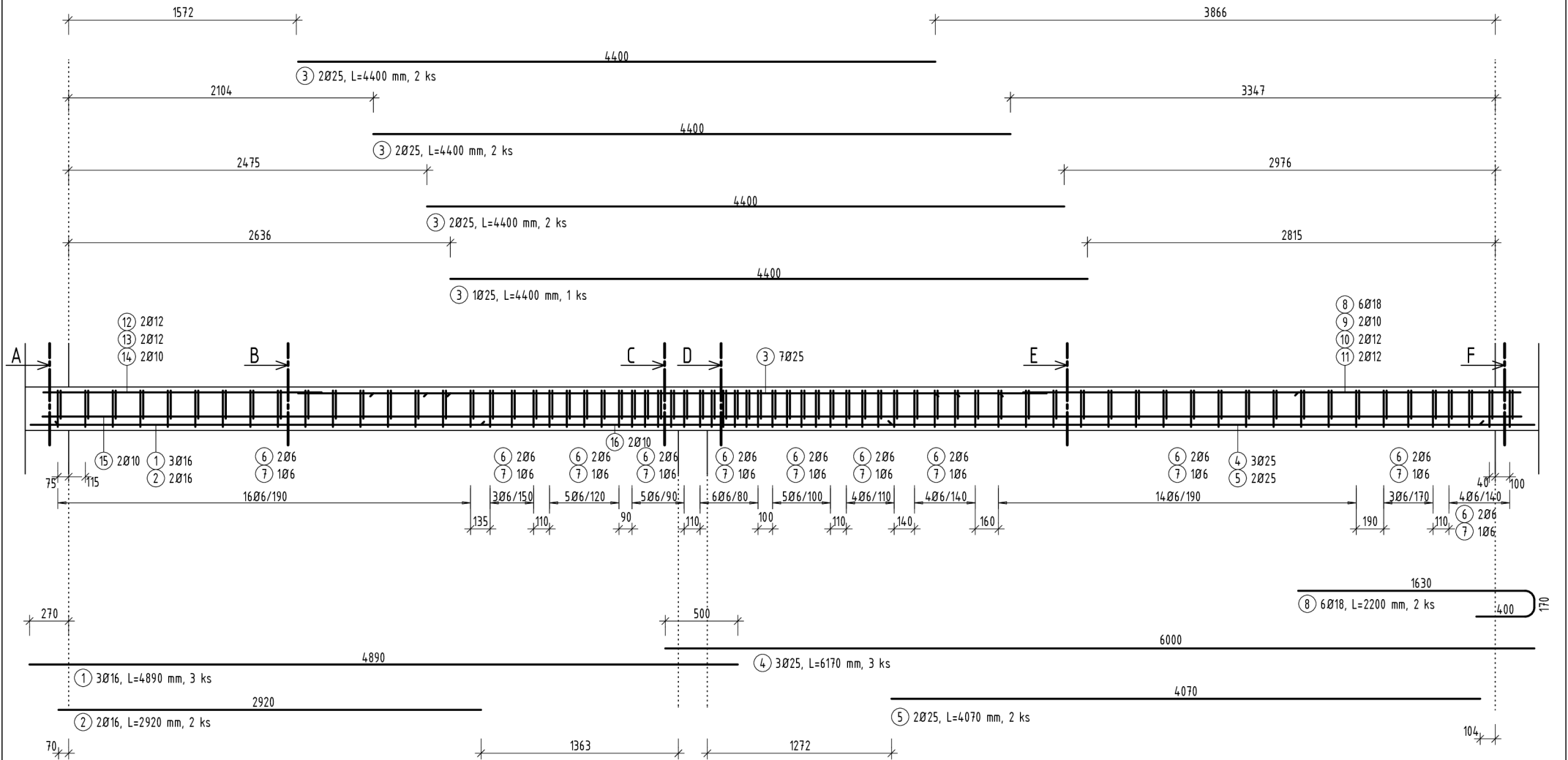


SCHÉMA VYSTUŽENIA REZY

