
Ing. Milan Chrobák
Autorizovaný inženýr v oboru statika a dynamika staveb
ČKAIT 1102489, IČO 73214655
U Pstružího potoka 536, 741 01 Nový Jičín
tel: 776765997, e-mail: milan.chrobak@centrum.cz

AKCE

**STAVEBNÍ ÚPRAVY NÁDRŽE S VODNÍ HLADINOU
A TRYSKAMI NÁM. REPUBLIKY STUDÉNKA
STATICKÝ VÝPOČET**

Investor : **Město Studénka**
Náměstí Republiky 762, Studénka

Vypracoval : **Ing. Milan Chrobák**

2491

Č. přílohy	Stupeň PD	Datum	Paré číslo					
D.1.2.c	DSŘ	05/2023	1	2	3	4		

OBSAH DOKUMENTACE

A.	Technická zpráva	9 str.
B.	Statický výpočet	30 str.
C.	Grafická příloha	6 str.

Technická zpráva - statika

Akce: **STAVEBNÍ ÚPRAVY NÁDRŽE S VODNÍ HLADINOU
A TRYSKAMI NÁM. REPUBLIKY STUDÉNKA**

Použité podklady

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

ČSN EN 1991-1-6 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-6: Obecná zatížení - Zatížení během provádění

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

ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla

ČSN EN 1997-2 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy

ČSN 73 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce

ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí

ČSN 73 0210 Geometrická přesnost ve výstavbě. Podmínky provádění. Část 1: Přesnost osazení

ČSN EN 206-1 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí

ČGS – Geofond – databáze geologicky dokumentovaných objektů

Použitý software

Vlastní na bázi EXCEL

Geo5 – Patky (FINE)

BETONexpress (RUNET)

Scia Engineer 20.0 (Nemetschek Scia)

Základní zatížení

Užitné zatížení

Dle ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

Užitná kategorie C5 - plochy kde může dojít k vysoké koncentraci lidí

Charakteristická hodnota zatížení $q_k = \underline{5,00 \text{ kN/m}^2}$

Základní materiály

Není-li ve výpočtu uvedena jiná kvalita

Ocel

B500B – betonářská

Beton

C20/25-XC2- $D_{\max} = 22 \text{ mm}$ -S3 – technologická jímka

C30/37-XC4, XF4- $D_{\max} = 22 \text{ mm}$ -S3 – základová deska
kašna

C12/15-X0- $D_{\max} = 22 \text{ mm}$ -S3 – podkladní beton

Technická zpráva

Technologická jímka

Konstrukce jímky navržena jako plastová vodotěsná konstrukce (dodávka stavby), která bude obetonována a zcela zapuštěna pod okolní terén. Plastová konstrukce jímky uložena na podkladním betonu tl. 100 mm vybetonovaném bezprostředně po provedení výkopu, na kterém je provedena železobetonová základová deska tl. 200 mm vyztužená svařovanými sítěmi 8/150x8/150 a lokálně v místě kalové jímky dotužena prutovou výztuží $\varnothing 8$ a $\varnothing 12$. Stěny jímky provedeny do bednicích tvárnic tl. 200 mm, které budou vyplněny betonem a vyztuženy vázanou prutovou výztuží, svislá $\varnothing 12$ á 250 mm při obou površích a v každé vodorovné ložné spáře 2 $\varnothing 10$. Svislé pruty musí být zataženy min. 250 mm do základové desky a stopní konstrukce jímky. Po vytvrdnutí betonu stěny bude mezera mezi stěnou a plastovou konstrukcí jímky vyplněna zálivkou betonem. Stropní konstrukce tvořena železobetonovou deskou tl. 180 mm žebra stropu plastové jímky. Strop vyztužen svařovanými sítěmi 6/150x6/150 a lokálně v místě výlezu z jímky dotužena prutovou výztuží $\varnothing 12$. Krytí výztuže 35 mm. Před betonáží nutno provést dočasné vydřevení jak stěn, tak stropu pro zabránění deformací plastové konstrukce. Požadavek nutno konzultovat s dodavatelem plastové jímky, jež určí rozsah dočasných výztuh. Po Vytvrdnutí betonu bude celá jímka zasypána zeminou, jež bude průběžně hutněna po vrstvách cca 150÷200 mm. Předpokládaná vrstva zeminy nad stropní konstrukcí jímky je 350 mm.

Konstrukce kašny

Konstrukce kašny navržena jako železobetonová částečně monolitická a částečně montovaná z železobetonových prefabrikátů. Železobetonová prefabrikovaná část je kruhová obruba výšky 800 mm a tloušťky stěny 270 mm složená z osmi prefabrikovaných segmentů, vzájemně sepnutých a kotvených monolitickému železobetonovému dnu. Prefabrikované konstrukce vč. návrhu kotvení je dodávkou stavby. Železobetonová monolitická osmiúhelníková základová deska tl. 200 mm, plnící současně funkci dna kašny, je vyztužena vázanou prutovou výztuží $\varnothing 12$ á 100 mm ve dvou na sebe kolmých směrech při obou površích s lokální úpravou prutovou výztuží v okolí prohlubně pro vypouštění. Krytí výztuže 35 mm. Základová deska provedena na vyrovnávací vrstvě podkladního prostého betonu tl. 200 mm, místě prohlubně 100 mm. Podkladní beton na hutněné vrstvě ŠP 0-32 při míře hutnění $E_{\text{def},2} = 30 \text{ MPa}$ ($E_{\text{def},2}/E_{\text{def},1} \geq 2,50$) při předpokladu přehutněné zemní pláně $E_{\text{def},2} = 20 \text{ MPa}$ ($E_{\text{def},2}/E_{\text{def},1} \geq 2,00$), která nesmí po provedení výkopu zůstat obnažená (musí

být chráně proti nadměrnému vysoušení nebo zvodnění) a musí na ní být bezprostředně provedeny výše uvedené vrstvy. Vodotěsnost konstrukce zajištěna stěrkovou izolací z návodní strany kašny.

Provádění konstrukce

Zemní práce

Bude proveden svahovaný nepažený výkop do požadované úrovně. V místě výkopu nelze vyloučit výskyt starých betonových konstrukcí základů. Tyto je nutno bez náhrady vybourat. Začištění výkopu provést posledních 200 mm ručně a ihned bezprodleně provést podkladní beton tl. 100 mm z prostého betonu C12/15-X0 nebo hutněnou vrstvu ŠP krytou podkladním betonem dle požadavků.

Provádění zděných konstrukcí (stěna z bednicích tvárnic)

Veškeré materiály a práce prováděné na stavbě musí být v souladu s projektovou specifikací. V průběhu stavby musí být dodavatelem přijata opatření k zajištění celkové stability konstrukce nebo jednotlivých stěn. Výška zděných stěn zhotovených během jednoho dne má být omezena tak, aby nedošlo ke ztrátě jejich stability a k vyčerpání pevnosti čerstvé malty. Při určování mezní výšky pracovního záběru se má brát v úvahu tloušťka stěny, druh malty, tvar a objemová hmotnost zdících prvků a intenzita zatížení větrem. Při provádění zdiva je nutno bezpodmínečně dodržet ustanovení ČSN EN 1996-2 odst. 2 a 3.

Provádění betonáže konstrukce

Bednění

Bednění musí být dostatečně únosné (musí přenést tíhu čerstvé betonové směsi, výztuže, pracovníků provádějící betonáž a ostatního zatížení při betonáži). Bednění musí být těsné, stabilní a tuhé, povrch bednicích desek čistý opatřený separačním nástřikem. Stav bednění musí být při betonáži průběžně kontrolován. Předpokládá se použití systémového bednění některého z renomovaných výrobců.

Pokládka výztuže

Výztuž se musí uložit v poloze předepsané v projektové dokumentaci. Při pokládání a vázání výztuže se musí zajistit přesná poloha, použití správného profilu a délky, výztuž musí být zajištěna proti posunutí a musí být kvůli zajištění krytí umístěna na dostatečně únosné

distanční podložky v požadované rozteči u horní výztuže se předpokládá použití distančních pásů – rozmístění a dimenze – viz. tabulka níže. Musí být dodržen předepsaný přesah výztuže dle projektové dokumentace. Výztuž musí být zajištěna tak, aby během betonování byla zabezpečena její poloha a také tloušťka krycí betonové vrstvy. Ocel musí být před zabetonováním zbavena nečistot vzniklých při skladování, bez mastnoty, bez znečištění zatvrdlým cementem apod. Jakékoliv nečistoty, které snižují přilnavost a soudržnost ocele a betonu se musí neprodleně odstranit. Tloušťka krycí vrstvy betonu je 35 mm. Před betonáží bude provedena přejímka výztuže technickým dozorem investora a statikem a o tomto bude učiněn zápis do stavebního deníku.

Tabulka NA.1 – Zajištění polohy výztuže v konstrukčních prvcích.

Desky

Podporové kožlíky

uložené na
spodní výztuži

uložené na
distančních tělískách

Podporové kožlíky,
popř. distanční pásy

Jmenovitý průměr pro podporové kožlíky

tloušťka desky h	Jmenovitý průměr ϕ
do 150 mm	8 mm
do 300 mm	12 mm
do 500 mm	14 mm
nad 500 mm	zvýšené řešení

Jmenovitý průměr nosného prutu	Fixace vzdálenosti bodové ¹⁾		Fixace vzdálenosti liniová	
	s_1, mm	kusů / m ²	s_2, mm	m/m ²
do 8 mm	-	-	450 mm	2,2
8 až 10 mm	500 mm	4	500 mm	2
12 až 14 mm	600 mm	3	700 mm	1,4
přes 14 mm	700 mm	2	1000 mm	1

¹⁾ podporové kožlíky lze používat pro desky tloušťky 300 mm a více

Nosníky a podpěry

distanční tělíska u podpěr

Distanční tělíska v podélném směru

ϕ podélný prut	$s_{1,max}$
do 10 mm	500 mm
12 až 20 mm	1000 mm
přes 20 mm	1250 mm

Distanční tělíska v příčném směru

b popř. h	počet
do 1000 mm	2 distanční tělíska
přes 1000 mm	3 a více dist. tělísek
$s_{2,max} = 750$ mm	

Betonáž

Při betonáži se musí dodržet následující zásady:

- v místě uložení betonové směsi se musí nasákové bednění navlhčit
- pracovní spáry se očistí mechanicky, anebo proudem tlakové vody, povrch vyčištěné pracovní spáry se musí udržovat vlhký
- betonová směs musí být zpracována co nejdříve po zamíchání
- betonování ucelené části konstrukce musí být bez přerušení a plynulé – přerušení je možno provést v předem po konzultaci se statikem definovaných pracovních spárách
- betonová směs se ukládá v souvislých vodorovných vrstvách

- čerstvě zabetonované konstrukce nesmí být vystaveny otřesům po dobu minimálně sedmi dní
- betonová směs se nesmí volně spouštět do hloubky větší jak 1,5 m
- je zakázáno ukládat další vrstvy betonové směsi na předchozí nezhuťnou vrstvu
- betonová směs se ukládá tak, aby nedošlo k přetvoření bednění nebo k posunu výztuže
- přerušit betonování je možno na takovou dobu, ve které beton nedosáhne hodnoty 3,5MPa požadované při zkoušce tuhnutí
- při zhuťování ponorným vibrátorem nesmí být vpichy umístěny vícekrát do jednoho místa, vzdálenost sousedních ponorů nesmí překročit 1,4 násobek viditelného poloměru účinnosti vibrátoru.
- tloušťka zhuťované vrstvy nesmí překročit 1,25 násobek účinné délky hlavice.
- při zhuťování musí vibrátor vnikat do předchozí vrstvy do hloubky 50 – 100 mm
- vpichy je nutno vést tak, aby nedocházelo ke styku vibrátoru s bedněním nebo výztuží
- ponor vibrační jehly musí být co nejrychlejší a pohyb hlavice směrem nahoru musí být naopak pomalý, aby byl v dostatečné míře vytlačen vzduch
- Provádění dilatačních a pracovních spár na ucelených celcích (desky, stěny, trámy) se nepředpokládá, popř. musí být konzultovány se statikem, který určí jejich případné umístění a způsob provedení
- o betonáži a kontrolních zkouškách se provede zápis do stavebního deníku.

Ošetřování

K dosažení požadovaných vlastností betonu je nutné ošetřování a ochrana betonu po betonáži a po dokončení hutnění betonu. Ošetřování betonu se může zahájit, jakmile beton dosáhne pevnosti, při které nedojde k vypláchnutí cementu (asi po 12-ti hodinách). Ošetřování přikrytím povrchu betonu po celé ploše folií nebo vlhkou geotextilií pro zadržení vlhkosti a následně se vlhčí vodou v krátkých intervalech. Pokud teplota klesne pod 5 °C, beton se nesmí ošetřovat vysokotlakou nádobou. Doba ošetřování závisí na povětrnostních podmínkách, na teplotě a vlhkosti vzduchu (viz. tabulka níže). Ošetřování betonu zabraňuje předčasnému vysychání důsledkem slunečního záření a působením větru, rychlému ochlazení betonu během prvních dní po uložení

, vyplavení při dešti, vysokému vnitřnímu rozdílu teplot atd. Ošetřování betonu se řídí normou ČSN EN 13670. Pokud má být teplota vnějšího prostředí v době ukládání betonu nebo v období jeho ošetřování nižší než 0°C, musí se připravit předběžná opatření pro betonáž v mrazu a ochranu betonu proti poškození mrazem. Mezi tato opatření patří zahřívání složek betonu (kameniva a vody) nebo použití cementu vyšší jakosti.

Teplota povrchu betonu t , °C	Nejkratší doba ošetřování, dny ^{1), 2)}			
	Vývoj pevnosti betonu (f_{cm2}/f_{cm28})			
	Rychlý $r \geq 0,5$	Střední $r = 0,3$	Pomalý $r = 0,15$	Velmi pomalý $r < 0,15$
$t \geq 25$	1	1,5	2	3
$25 > t \geq 15$	1	2	3	5
$15 > t \geq 10$	2	4	7	10
$10 > t \geq 5^{3)}$	3	6	10	15

Tab. 19

¹⁾ Plus doba tuhnutí přesahující 5 hodin.

²⁾ Mezi hodnotami v řádcích je přípustná lineární interpolace.

³⁾ Pro teploty nižší než 5 °C se může doba ošetřování prodloužit o dobu rovnou trvání teploty nižší než 5 °C.

Odbednění

Nenosné bednění konstrukci může být odstraněno, když dosáhne beton přiměřené pevnosti tak, aby nedošlo při odbedňování k porušení povrchu a hran konstrukce. Nosné bednění se nesmí odstranit dříve, než beton dosáhne dostatečnou pevnost, aby mohl vzdorovat namáhání, kterému je posléze vystaven. Pevnost pro odbednění se ověřuje tvrdoměrnou metodou pomocí Schmidtova kladívka. Sedm dní po betonáži konstrukce lze částečně odbednit tím, že se odstraní každá druhá stojku z bednění. Zbývající stojky budou dále podírat stropní konstrukci po dobu dalších 14 dní. Po této době můžeme bednění úplně odstranit a ponechat pouze provizorní podepření v cca 1/3 rozpětí po dobu min. dalších 7 dní. Odbedňování probíhá ve dvou fázích. Nejprve se bednění uvolní a po té se rozebere a odstraní. Uvolňování a rozebírání bednění se musí provádět tak, aby konstrukce nebyla vystavena nárazu, přetížení nebo poškození. Po celou dobu odbedňování musí být také zajištěna jeho stabilita. Při odbedňování trámů a průvlaků se nejprve uvolní boční stěny a zkontroluje se odbedněná část konstrukce. Následně se odstraní podpěrné sloupky a dna formy. Sloupky se odstraňují postupně symetricky od středu k podporám.

Kvalita betonových konstrukcí

Konstrukce musí být provedeny v tolerancích požadovanými platnými normami ČSN EN 13670. Z hlediska kvality výsledného povrchu betonu jsou konstrukce rozděleny do tří kategorií jejichž rozsah určí technologická část projektu:

- běžný povrch bez zvláštních nároků
- pohledový beton bez mimořádných nároků
- pohledový beton s maximálními nároky na kvalitu provedení - rozsah a strukturu povrchu určí architekt projektu v rámci autorského dozoru.

Kategorie a) platí pro všechny povrchy, které nebudou trvale viditelné. Z konstrukčního hlediska musí tyto povrchy vyhovět pouze běžným požadavkům na kvalitní beton s patřičným krytím výztuže bez hnízd a nepřiměřených trhlin. Rovinatost povrchu musí vyhovovat navazujícím konstrukcím.

Kategorie b) platí pro povrchy betonu ve všech pomocných prostorech, nebo povrchy dostatečně vzdálené od přímého kontaktu. Povrch musí být takový, aby jej nebylo nutné dále stěrkovat, či omítat. Má být hutný, hladký, uzavřený, množství pórů velikostí 1 – 15 mm, maximálně 0,3% ze zkušební plochy 0,50 x 0,50 m. Ostré hrany musí být zkoseny, do pracovních spar musí být osazeny lišty, dilatační spáry musí být utěsněny proti vniknutí vody a kryty lištami nebo pásy. Rozmístění pracovních a optických spár musí být odsouhlaseno architektem a technickým dozorem investora. Pracovní postup musí být navržen tak, aby nedocházelo ke vzniku větších než vlasových trhlin nebo k následnému znečištění nebo poškození povrchu.

Kategorie c) platí pro vizuálně exponované povrchy a esteticky náročné prostory. Rozměrová tolerance se zpřísňuje, bednění je nutné překontrolovat z hlediska nerovností. Povrch musí být hladký, celistvý, vyrovnaný, ve stejném barevném odstínu, napínací zámky a místa styku bednění musí být odsouhlasena architektem. Předpokládá se provedení zkušebních vzorků, jejich schválení a uchovávání pro další porovnávání. Až do kolaudace (předání stavby investorovi) musí být plochy chráněny před možným poškozením. Rozsah a strukturu povrchu určí architekt projektu v rámci autorského dozoru.

Poznámka: Jeden a týž prvek může být zařazen do různých kategorií, rozhoduje kategorie s vyššími nároky. Struktura, resp. pohledová vrstva by měla odpovídat avizovaným představám architekta projektu (investora). Vhodné je nad první betonáží konstrukce provést zhodnocení, pasportizaci schváleného stavu a použít pro následné zhotovování konstrukcí.

Provádění konstrukce všeobecně

Při provádění veškerých stavebních prací je třeba se řídit závaznými ustanoveními platných norem a podmínkami bezpečnosti práce obsažené v Zákoníku práce a vyhláškách Státního úřadu inspekce práce v platném znění.

č. 591/2006 Sb. Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích

č. 309/2006 Sb. Zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

č. 362/2005 Sb. Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při nebezpečí pádu

Stavbu budou provádět osoby s příslušnou odborností a zkušeností. Vedení stavby bude prováděno v souladu se Stavebním zákonem č. 350/2012 (kterým se mění zákon č. 183/2006 Sb.).

Všichni zúčastnění pracovníci musí být s předpisy seznámeni před zahájením prací.

Při provádění musí být dodržovány základní požadavky na bezpečnost práce. Veškeré prostupy ve vodorovných konstrukcích musí být po celou dobu zakryty. Pro zakrytí může být použita síť KARI kotvená přetažená přes hranu prostupů kotvená nosné konstrukci. Veškeré hrany ploch, kde hrozí pád z výšky, musí být opatřeny zábradlím.

Návrh ochranných opatření si provede zhotovitel dle svých zvyklostí za dodržení platných norem a předpisů.

Poznámka

- Při stavebních pracech mohou být odkryty průzkumem nezjištěné a nepředpokládané konstrukce. V tomto případě, ale i v případě jakýchkoliv nejasností, si statik vyhrazuje právo být informován a navržené konstrukce a postupy upravit nebo změnit. Před zahájením stavebních prací je nutno provést podrobné zaměření a sondy a výsledky následně zpracovat do prováděcí a dílenské dokumentace, která musí být zpracována dodavatelem stavebních prací před jejich zahájením a průběžně aktualizována dle zjištěných skutečností v průběhu prací.
- Všechny zakrývané konstrukce musí být před zakrytím zkontrolovány zodpovědnou osobou pověřenou investorem popř. projektantem příslušné části.

V Novém Jičíně dne 25.5.2023

Vypracoval: Ing. Milan Chrobák

STAVEBNÍ ÚPRAVY NÁDRŽE S VODNÍ HLADINOU A TRYSKAMI **NÁM. REPUBLIKY STUDÉNKA**

Technologická jámka

PŘÍPRAVNÉ VÝPOČTY

Výpočet zatížení dle ČSN EN 1991 (730035)

ZATÍŽENÍ STÁLÉ

Zatížení stropu zeminou

Zatížení (popis)	Charakteristické kN/m^2	γ_F	Návrhové kN/m^2
Zemina 0,35 . 21,00	7,35		
Celkem stálé dle ČSN EN 1991	$g_k = 7,35$	1,35	$g_d = 9,92$

Zemní tlak

Hloubka nádrže $h = 2,75 \text{ m}$

Aktivní zemní tlak $S_a \approx 0,333$

Zemní tlak v patě stěny jámky $\sigma_z = h \cdot S_a \cdot \rho = 2,75 \cdot 0,333 \cdot 21,00 = 19,23 \text{ kPa}$, součinitel zatížení $\gamma_F = 1,35$

VÝPOČET UŽITNÉHO ZATÍŽENÍ DLE ČSN 1991-1-4 (EC 1)

Užitná kategorie C5 – plochy kde může dojít k vysoké koncentraci lidí

Charakteristická hodnota zatížení $q_k = \underline{5,00 \text{ kN/m}^2}$

Návrhová hodnota zatížení $q_d = q_k \cdot \gamma_F = 5,00 \cdot 1,50 = \underline{7,50 \text{ kN/m}^2}$

Zvětšení zemního tlaku vlivem přetížení terénu

Aktivní zemní tlak $S_a \approx 0,333$

Zvětšení zemního tlaku $\sigma_z = S_a \cdot q_k = 0,333 \cdot 5,00 = 1,67 \text{ kPa}$, součinitel zatížení $\gamma_F = 1,50$

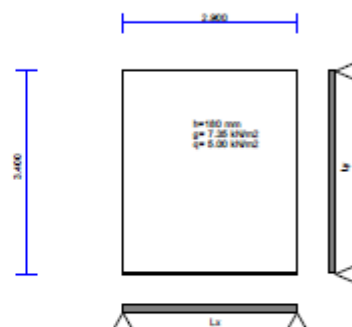
NÁVRH KONSTRUKCE

1. STROP JÍMKY

Deska působící ve dvou směrech

(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, +NA-CSN:2007)

C20/25 - B500B



Návrh železobetonu

Třída betonu-výstuže : C20/25-B500B (EC2 §3)
Stupně vlivu prostředí : XC2 (EC2 §4.4.1)
Krycí vrstva betonu : Cnom=35 mm (EC2 §4.4.1)
Tíha betonu : 25.0 kN/m³
 $\gamma_c=1.50$, $\gamma_s=1.15$ (EC2 Tabulka 2.1N)
 $f_{cd}=\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1.00 \times 20 / 1.50 = 13.33$ MPa (EC2 §3.1.6)
 $f_{ctd}=\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0.05} / \gamma_c = 1.00 \times 1.5 / 1.50 = 1.00$ MPa (EC2 §3.1.6)
 $f_{yd}=f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1.15 = 435$ MPa (EC2 §3.2.7)
Modul pružnosti betonu $E_{cm}=30.0$ GPa

2. Rozměry a zatížení

Tloušťka desky $h=0.180$ m, Pole $L_x=2.900$ m, $L_y=3.400$ m
Vlastní tíha desky: $g_0 = 25.00 \times 0.180 = 4.50$ kN/m²
Zatížení desky: stálé $g=(4.50+7.35)=11.85$ kN/m², proměnné $q=5.00$ kN/m²
Dílčí součinitele zatížení : $\gamma_G=1.35$, $\gamma_Q=1.50$ (EC0 Příloha A1)
Kombinace proměnných zatížení : $\psi_0=0.70$, $\psi_1=0.70$, $\psi_2=0.60$
Účinná výška průřezu $d=h-d_1$, $d_1=C_{nom}+\varnothing/2=35+6/2=38$ mm, $d=180-38=142$ mm

Metoda analýzy: Czerny F., "Tafeln für vierseitig und dreiseitig gelagerte Rechteckplatten", Beton Kalender 1983, Berlin, Ernst Sohn, 1983
 $L_y/L_x=3.400/2.900=1.17$, Tabulka 2.2.1

3. Mezní stav únosnosti (MSÚ), návrh na ohyb

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1, §9.3.1)

Zatížení (STR) $q_{ed}=\gamma_G \cdot g + \gamma_Q \cdot q = 1.35g + 1.50q = 1.35 \times 11.85 + 1.50 \times 5.00 = 23.50$ kN/m

3.1. Směr analýzy desky x-x, $L_x=2.900$ m

Moment v podpoře $M_{edsupA}=M_{edsupB}=0$ kNm/m
Moment v poli $M_{edspan}=(1.35 \times 11.85 + 1.50 \times 5.00) \times 2.900^2 / 19.98 = 9.89$ kNm/m
Reakce stálé, $V_{gA}=11.85 \times 2.900 / 2.06 = 16.71$ V_{gB}=11.85×2.900/2.06=16.71 kN/m
Reakce proměnné, $V_{qA}=5.00 \times 2.900 / 2.06 = 7.05$ V_{qB}=5.00×2.900/2.06=7.05 kN/m



3.2. Směr analýzy desky y-y, $L_y=3.400\text{ m}$

Moment v podpoře $M_{\text{edsupA}}=M_{\text{edsupB}}=0\text{ kNm/m}$

Moment v poli $M_{\text{edspan}}=(1.35 \times 11.85 + 1.50 \times 5.00) \times 2.900 / 2 = 6.88\text{ kNm/m}$

Reakce stálé, $V_{\text{gA}}=11.85 \times 2.900 / 2.04 = 16.87\text{ kN/m}$ $V_{\text{gB}}=11.85 \times 2.900 / 2.04 = 16.87\text{ kN/m}$

Reakce proměnné, $V_{\text{qA}}=5.00 \times 2.900 / 2.04 = 7.12\text{ kN/m}$ $V_{\text{qB}}=5.00 \times 2.900 / 2.04 = 7.12\text{ kN/m}$



4. Mezní stav únosnosti (MSÚ), návrh na ohyb

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1, §9.3.1)

$M_{\text{ed}}=9.89\text{ kNm/m}$, $d=142\text{ mm}$, $K_d=4.52\text{ m/d}=0.07$ $\sigma_{\text{c2/es1}}=-1.5/20.0$ $k_s=2.36$, $A_s=1.64\text{ cm}^2/\text{m}$

$M_{\text{ed}}=6.88\text{ kNm/m}$, $d=136\text{ mm}$, $K_d=5.18\text{ m/d}=0.06$ $\sigma_{\text{c2/es1}}=-1.2/20.0$ $k_s=2.35$, $A_s=1.19\text{ cm}^2/\text{m}$

Minimální vystužení desky, $A_s \geq 0.0013 b d = 1.77\text{ cm}^2/\text{m}$, $s \leq 300\text{ mm}$, $s' \leq 400\text{ mm}$

(EC2 §9.3.1)

minimální hlavní výstuž $\varnothing 6/160$ ($1.77\text{ cm}^2/\text{m}$), rozdělovací $\varnothing 6/160$ ($1.77\text{ cm}^2/\text{m}$)

Výstuž pole: x-x : $\varnothing 6/150$ ($1.89\text{ cm}^2/\text{m}$), (spodní vrstva)

y-y : $\varnothing 6/150$ ($1.89\text{ cm}^2/\text{m}$),

Výstuž nad podporami: Vlevo : $\varnothing 6/400$ ($0.71\text{ cm}^2/\text{m}$),

Vpravo : $\varnothing 6/400$ ($0.71\text{ cm}^2/\text{m}$),

Dole : $\varnothing 6/400$ ($0.71\text{ cm}^2/\text{m}$),

Nahoře : $\varnothing 6/400$ ($0.71\text{ cm}^2/\text{m}$),

5. Mezní stav únosnosti (MSÚ), návrh na smyk

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2, §9.2.2)

Maximální smykové síly ve vzdálenosti d od líce podpory $\max V=31.79\text{ kN/m}$

Smyková únosnost bez smykové výstuže V_{rdc}

(EC2 §6.2.2)

$V_{\text{rdc}}=[C_{\text{rdc}} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{\text{ck}})^{0.33} + k_l \cdot \sigma_{\text{cp}}] \cdot b_w \cdot d$

(EC2 Rev.6.2.a)

$V_{\text{rdc}}=(v_{\text{min}}+k_l \cdot \sigma_{\text{cp}}) \cdot b_w \cdot d$

(EC2 Rev.6.2.b)

$C_{\text{rdc}}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{\text{ck}}=20\text{ MPa}$, $b_w=1000\text{ mm}$, $d=142\text{ mm}$

$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=2.00$, $k_l=0.15$

$\rho_l=A_{\text{s1}}/(b_w \cdot d)=94/(1000 \times 142)=0.0007$

$v_{\text{min}}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{\text{ck}}}=0.44\text{ N/mm}^2$,

(EC2 Rev.6.3N)

$V_{\text{rdc}}(c_{\text{min}})=0.001 \times (0.44) \times 1000 \times 142 = 62.48\text{ kN/m}$

$V_{\text{rdc}}=0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.07 \times 20)^{0.33}] \times 1000 \times 142 = 38.12$, $V_{\text{rdc}}=62.48\text{ kN/m}$

$V_{\text{ed}}=31.79\text{ kN/m} \leq V_{\text{rdc}}=62.48\text{ kN/m}$, $V_{\text{ed}} \leq V_{\text{rdc}}$ smyková výstuž není nutná

6. Mezní stav použitelnosti (MSP)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7)

$L=2.900\text{ m}$, $b=1.000\text{ m}$, $h=0.180\text{ m}$, $d=0.142\text{ m}$

Zatížení (kvasistálá kombinace) $q_{\text{ed}}=g+\psi_2 \cdot q=11.85+0.60 \times 5.00=14.85\text{ kN/m}$

$L \leq L_y$, $L_{\text{eff}}=2.900\text{ m}$, $M_{\text{ed}}=(14.85/23.50) \times 9.89=6.25\text{ kNm/m}$, $M_{\text{ed}}(\text{MSP})=6.25\text{ kNm/m}$

Součinitel konečného dotvarování $\phi(\infty, t_0)=2.50$

(EC2 §3.1.4, Příloha B)

Celkové přetvoření od smrštění $\epsilon_{\text{cs}}=-0.30\%$

$\gamma_c=1.00$, $\gamma_s=1.00$

(EC2 §2.4.2.4.2)

Modul pružnosti betonu $E_{\text{cm}}=30.0\text{ GPa}$, $E_{\text{eff}}=30.0/(1+2.50)=8.57\text{ GPa}=8570\text{ MPa}$

(EC2 Rev.7.20)

Modul pružnosti oceli $E_s=200\text{ GPa}=200000\text{ MPa}$

Modulární součinitel $E_s/E_c=200/30.0=6.67$, účinný $E_s/E_c, \text{eff}=200/8.57=23.34$

Tahová výstuž: $\varnothing 6/150$ ($1.89\text{ cm}^2/\text{m}$)

Stupeň vystužení $\rho=A_{\text{s1}}/(b \cdot d)=189/(1000 \times 142)=0.001$

6.1. Stadium I (průřez bez trhlin) (MSP)

Ohybová tuhost průřezu bez trhlin, $EI=(200/23.34) \times (0.001 \times 0.497)=4260\text{ kNm}^2$

$A_i=A_c+(n-1)(A_{\text{s1}}+A_{\text{s2}})$, $e=(n-1)(A_{\text{s1}} \cdot y_{\text{s1}}-A_{\text{s2}} \cdot y_{\text{s2}})/A_i$, $I=I_c+b \cdot h \cdot e^2+(A_{\text{s1}} \cdot y_{\text{s1}}^2+A_{\text{s2}} \cdot y_{\text{s2}}^2)(n-1)$

$S=A_s \cdot y_{\text{s2}}=(0.001)2 \times 189 \times 0.081=(0.001) \times 0.010\text{ m}^3$, $y_2=89\text{ mm}$, $y_{\text{s2}}=y_2-d=89-38=51\text{ mm}$

(EC2 Rev.7.21)

Křivost od momentu $1/r_M=6.25/4260=(0.001) \times 1.467$ ($1/\text{m}$)

Křivost od smrštění $1/r_{\text{cs}}=(0.001 \times 0.30) \times 23.34 \times (0.010/0.497)=(0.001) \times 0.135$ ($1/\text{m}$)

Celková křivost $1/r=(0.001) \times 1.467+(0.001) \times 0.135=(0.001) \times 1.602$ ($1/\text{m}$)

Moment na mezi vzniku trhlin, $M_{\text{cr}}=f_{\text{ctm}} \cdot (I/y_2)=2.2 \times (0.497/0.089)=12.32\text{ kNm}$

6.2. Stadium II (průřez s trhlinami) (MSP)

$\rho = A_s / (b \cdot d) = 0.001$, $n \cdot \sigma_s = 23.34$, $n \cdot \rho = 0.023$, $\xi = 0.754$, $\alpha = 0.194$, $\kappa = \alpha \cdot d = 0.028\text{m}$
Ohybová tuhost průřezu s trhlinami, $EI = \xi \cdot E_s \cdot A_s \cdot d^2 = 0.754 \times 200 \times 189 \times 0.142^2 = 575 \text{ kNm}^2$
 $y_2 = (1 - \alpha) d = 114\text{mm}$, $\epsilon_s = y_2 \cdot M / EI = (0.001) \times 114 \times 6.25 / 575 = 1.24$
 $S = A_s \cdot y_2 = (0.001) \times 2 \times 189 \times 0.114 = (0.001) \times 0.022 \text{ m}^3$ (EC2 Rev.7.21)
Křivost od momentu $1/r_M = 6.25 / 575 = (0.001) \times 10.876 \text{ (1/m)}$
Křivost od smrštění $1/r_{cs} = (0.001 \times 0.30) \times 23.34 \times (0.022 / 0.067) = (0.001) \times 0.305 \text{ (1/m)}$
Celková křivost $1/r = (0.001) \times 10.876 + (0.001) \times 0.305 = (0.001) \times 11.181 \text{ (1/m)}$
 $M_{ed} = 6.25 \text{ kNm}$, $\epsilon_c / \epsilon_s = 0.30 / 1.24$, $\kappa = 28\text{mm}$, $\sigma_s = 249 \text{ N/mm}^2$

6.3. Ověření průhybů bez výpočtu (MSP)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.4.2)

$1/d = K[11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}(\rho_o/\rho)} + 3.2 \sqrt{f_{ck}(\rho_o/\rho - 1)^{3/2}}] = 133.59$ (EC2 Rev.7.16a)
 $f_{ck} = 20.00 \text{ N/mm}^2$, $\rho_o = 0.001 \times \sqrt{20.00} = 0.004$, $\rho = 0.001$, $\rho' = 0.000$, $\rho \leq \rho_o$, $K = 1.0$
 $1/d = (310/\sigma_s) \times (1/d)$, $\sigma_s = 249 \text{ N/mm}^2$, $1/d = (310/249) \times 133.59 = 166.34$ (EC2 Rev.7.17)
 $l_{eff}/d = 2.900 / 0.142 = 20.42 \leq 166.34$, Mezní poměr rozpětí/výška je dodržen

6.4. Ověření průhybů výpočtem (MSP)

(EN1992-1-1, §7.4.3)

$M_{ed} = 6.25 < 0.70 M_{cr} = 0.70 \times 12.32 = 8.62 \text{ kNm}$, $\zeta = 0.00$ (Rev.7.19)
Konečná křivost $(1/r) = 0.00 \times (0.001 \times 11.181) + (1 - 0.00) \times (0.001 \times 1.602) = (0.001) \times 1.602 \text{ (1/m)}$ (Rev.7.18)
 $\beta = (M_a + M_b) / M_c = (0.00 + 0.00) / 9.89 = 0.00$, $k = 0.104(1 - 0.00/10) = 0.1040$
 $f = k \cdot l_{eff}^2 \cdot (1/r) = 0.1040 \times 2.900^2 \times 1.602 = 1.40 \text{ mm}$
 $f = 1.40 \text{ mm} < 1000 \times 2.900 / 250 = 11.60 \text{ mm}$, Mezní průhyb je dodržen

6.5. Minimální plochy výstuže (MSP)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.2)

Minimální plochy výstuže $A_{s,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$ (EC2 Rev.7.1)
 $b = 1.000\text{m}$, $b_{eff} = 1.000\text{m}$, $h = 0.180\text{m}$, $d = 0.142\text{m}$, $\kappa = 0.028\text{m}$, $\varnothing = 6\text{mm}$
 $N_{ed} = 0.00\text{kN}$, $\sigma_c = (N_{ed}/bh) = 0.0\text{N/mm}^2$, $\sigma_s = f_{yd} = 435\text{N/mm}^2$
 $A_{ct} = (h - \kappa) \cdot b = (180 - 28) \times 1000 = 152456 \text{ mm}^2$
 $\max(h, b_1) = 0\text{mm}$, $f_{ctm} = 2.20\text{N/mm}^2$, $A_{ct} = 152456\text{mm}^2$, $k = 1.00$, $k_c = 0.40$, $k_1 = 1.50$
Minimální vystužení, $A_{s,min} = 0.40 \times 1.00 \times 2.20 \times 152456 / 435 = 308\text{mm}^2/\text{m}$

6.6. Výpočet šířky trhlin (MSP)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.3)

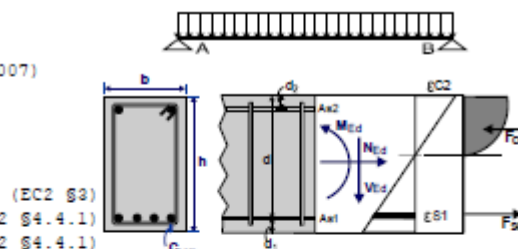
$w_k = s_r, \max \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$ (EC2 Rev.7.8)
 $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [\sigma_s \cdot k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{eff}) (1 + \alpha \cdot \rho_{eff})] / E_s \geq 0.6 \sigma_s / E_s$ (EC2 Eq.7.9)
 $\sigma_s = 249\text{N/mm}^2$, krátkodobé satižení: $E_s/E_c = 6.67$, $k_t = 0.6$, dlouhodobé satižení: $E_s/E_c = 23.34$, $k_t = 0.4$
 $A_{ceff} = 0.333(h - \kappa)b = 0.333 \times (180 - 28) \times 1000 = 50768 \text{ mm}^2$ (§7.3.2.3)
 $\rho_{eff} = A_s / A_{ceff} = 189 / 50768 = 0.004$
 $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [249 - 0.4 \times (2.2 / 0.004) (1 + 23.34 \times 0.004)] / 200 = -0.04\% \geq 0.6 \times 249 / 200 = 0.75\%$
 $s_r, \max = k_3 \cdot C_{nom} + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \varnothing / \rho_{eff}$ (EC2 Rev.7.11)
 $\varnothing = 6\text{mm}$, $k_1 = 0.8$, $k_2 = (e_1 + e_2) / 2e_1 = 0.5$, $k_3 = 3.4$, $k_4 = 0.425$
 $s_r, \max = 3.4 \times 35.00 + 0.8 \times 0.5 \times 0.425 \times 6 / 0.004 = 392.99 \text{ mm}$
 $w_k = s_r, \max \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 392.99 \times 0.001 \times 0.75 = 0.29 \text{ mm}$
 $w_k = 0.29\text{mm} < 0.30\text{mm} = w_{max}$, Stupně vlivu prostředí: XC2, Mezní šířka trhlin je dodržena

1. STĚNA JÍMKY

Trám o jednom poli při složeném zatížení
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, +NA-CSN:2007)

Návrh železobetonu

Třída betonu-výstuže : C20/25-B500B
Stupně vlivu prostředí : XC2
Krycí vrstva betonu : $C_{nom}=25$ mm
Tíha betonu : 25.0 kN/m³
 $\gamma_c=1.50$, $\gamma_s=1.15$ (EC2 Tabulka 2.1N)
 $f_{cd}=acc \cdot f_{ck}/\gamma_c=1.00 \times 20/1.50=13.33$ MPa (EC2 §3.1.6)
 $f_{ctd}=act \cdot f_{ctk} \cdot 0.05/\gamma_c=1.00 \times 1.5/1.50=1.00$ MPa (EC2 §3.1.6)
 $f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s=500/1.15=435$ MPa (EC2 §3.2.7)
Modul pružnosti betonu $E_{cm}=30.0$ GPa

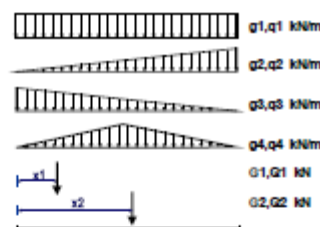


2. Rozměry a zatížení

Trám (obdélníkový průřez), rozpětí $L=2.250$ m
 $L=2.250$ m, $b_w=1.000$ m, $h=0.130$ m
Dílčí součinitele zatížení : $\gamma_G=1.35$, $\gamma_Q=1.50$ (EC0 Příloha A1)
Kombinace proměnných zatížení : $\psi_0=0.70$, $\psi_1=0.70$, $\psi_2=0.60$
Účinná výška průřezu $d=h-d_1$, $d_1=C_{nom}+\phi+0.5\phi=25+6+0.5 \times 12=37$ mm

Zatížení trámu

vlastní tíha trámu $g_0= 3.25$ kN/m
rovnoměrné zatížení $g_1= 2.45$ kN/m $q_1= 1.67$ kN/m
trojúhelníkové zatížení $g_2= 16.78$ kN/m $q_2= 0.00$ kN/m
trojúhelníkové zatížení $g_3= 0.00$ kN/m $q_3= 0.00$ kN/m
trojúhelníkové zatížení $g_4= 0.00$ kN/m $q_4= 0.00$ kN/m
osamělé břemeno $G_1= 0.00$ kN $Q_1= 0.00$ kN $x_1= 0.000$ m
osamělé břemeno $G_2= 0.00$ kN $Q_2= 0.00$ kN $x_2= 0.000$ m



Průřezové hodnoty (plocha A, moment setrvačnosti I_{yy} , těžiště z_c)
Pole-1 $L= 2.250$ m, $A=0.13000$ m² ($1.30E+008$ mm²), $I_{yy}=0.00018$ m⁴ ($1.83E+008$ mm⁴), $z_c=0.000$ m (0 mm)

3. Mezní stav únosnosti (MSÚ)

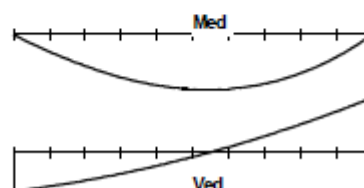
(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Zatížení (STR) $q_{ed}=\gamma_G \cdot g + \gamma_Q \cdot q=1.35g+1.50q$

4. Návrhová zatížení, posouvající síly a ohybové momenty, Mezní stav únosnosti (MSÚ)

Ohybové momenty a posouvající síly, kombinace zatížení $1.35g+1.50q$

x/L	x	Med	Ved
0.00	0.00 m	0.00 kNm	19.97 kN
0.10	0.22 m	4.22 kNm	17.42 kN
0.20	0.45 m	7.80 kNm	14.36 kN
0.30	0.68 m	10.64 kNm	10.79 kN
0.40	0.90 m	12.62 kNm	6.71 kN
0.50	1.13 m	13.62 kNm	2.12 kN
0.60	1.35 m	13.54 kNm	-2.97 kN
0.70	1.58 m	12.25 kNm	-8.58 kN
0.80	1.80 m	9.64 kNm	-14.70 kN
0.90	2.03 m	5.59 kNm	-21.33 kN
1.00	2.25 m	0.00 kNm	-28.46 kN



VedA= 19.97 kN, VedB= 28.46 kN, maxMed= 13.72 kNm, maxVed= 28.46 kN
 Maximální moment v poli Med=13.72 kNm (x=1.215m)
 Maximální smykové síly ve vzdálenosti d od líce podpory
 Pole-A, b/2+d=0.193m, VedA= 17.70kN, VedB= 22.02kN
 Pole-A, b/2 =0.100m, VedA= 19.01kN, VedB= 25.55kN

5. Pole Mezni stav únosnosti (MSÚ), návrh na ohyb (EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1, §9.2.1)

Účinná výška průřezu $d_1 = c_{nom} + \phi_s + 0.5\phi = 25 + 6 + 0.5 \times 12 = 37 \text{ mm}$, $d_2 = 37 \text{ mm}$, $d = 130 - 37 = 93 \text{ mm}$
 Výstuž na ohyb (nutná je pouze tahová výstuž)
 Med= 13.72kNm bw=1000mm d= 93mm Kd= 2.51 $x/d = 0.16$ $\epsilon_{s1} = -3.5/18.7$ $\kappa_s = 2.46$, $A_{s1} = 3.63 \text{ cm}^2$
 Minimální podélná tahová výst., $A_{s1} = 0.0013bd$, ($A_{s, \min} = 1.21 \text{ cm}^2$) (EC2 §9.2.1.1.1)
 Maximální tahová nebo tlaková výst., $A_{s1} < 0.04A_c$, ($A_{s, \max} = 52.00 \text{ cm}^2$) (EC2 §9.2.1.1.3)
 Výstuž na ohyb: 4@12 (4.52cm²) (dolní)

6. Mezni stav únosnosti (MSÚ), návrh na smyk (EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2, §9.2.2)

Smyková únosnost bez smykové výstuže V_{rdc} (EC2 §6.2.2)
 $V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_l \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Rov.6.2.a)
 $V_{rdc} > (v_{min} + k_l \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Rov.6.2.b)
 $C_{rdc} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1.50 = 0.120$, $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$, $b_w = 1000 \text{ mm}$, $d = 93 \text{ mm}$
 $k = 1 + \sqrt{(200/d)} < 2$, $k = 2.00$, $k_l = 0.15$
 $\rho_l = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 452/(1000 \times 93) = 0.0049$
 $v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.44 \text{ N/mm}^2$, (EC2 Rov.6.3N)
 $V_{rd, c(\min)} = 0.001 \times (0.44) \times 1000 \times 93 = 40.92 \text{ kN}$
 $V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.49 \times 20)^{0.33}] \times 1000 \times 93 = 47.76 \text{ kN}$
 $V_{ed} = 22.02 \text{ kN} < V_{rdc} = 47.76 \text{ kN}$, $V_{ed} < V_{rdc}$ smyková výstuž není nutná

7. Návrhová zatížení, posouvající síly a ohybové momenty, Mezni stav použitelnosti (MSP)

Ohybové momenty a posouvající síly, kombinace zatížení 1.00g+0.60g

x/L=0.00, x= 0.00m, Med= 0.00 kNm, Ved= 13.83 kN
x/L=0.10, x= 0.22m, Med= 2.93 kNm, Ved= 12.14 kN
x/L=0.20, x= 0.45m, Med= 5.43 kNm, Ved= 10.06 kN
x/L=0.30, x= 0.68m, Med= 7.43 kNm, Ved= 7.61 kN
x/L=0.40, x= 0.90m, Med= 8.83 kNm, Ved= 4.78 kN
x/L=0.50, x= 1.13m, Med= 9.55 kNm, Ved= 1.57 kN
x/L=0.60, x= 1.35m, Med= 9.51 kNm, Ved= -2.01 kN
x/L=0.70, x= 1.58m, Med= 8.62 kNm, Ved= -5.97 kN
x/L=0.80, x= 1.80m, Med= 6.79 kNm, Ved= -10.31 kN
x/L=0.90, x= 2.03m, Med= 3.95 kNm, Ved= -15.03 kN
x/L=1.00, x= 2.25m, Med= 0.00 kNm, Ved= -20.12 kN

Maximální moment v poli Med=9.63 kNm (x=1.237m)

8. Mezni stav použitelnosti (MSP) (EC2 EN1992-1-1:2004, §7)

$L = 2.250 \text{ m}$, $b = 1.000 \text{ m}$, $h = 0.130 \text{ m}$, $d = 0.093 \text{ m}$
 $l_{eff} = 2.250 \text{ m}$, Med(MSP)=9.63 kNm
 Součinitel konečného dotvarování $\varphi(\infty, t_0) = 2.50$ (EC2 §3.1.4, Příloha B)
 Celkové přetvoření od smrštění $\epsilon_{cs} = -0.30\%$
 $\gamma_c = 1.00$, $\gamma_s = 1.00$ (EC2 §2.4.2.4.2)
 Modul pružnosti betonu $E_{cm} = 30.0 \text{ GPa}$, $E_{ceff} = 30.0 / (1 + 2.50) = 8.57 \text{ GPa} = 8570 \text{ MPa}$ (EC2 Rov.7.20)
 Modul pružnosti oceli $E_s = 200 \text{ GPa} = 200000 \text{ MPa}$
 Modulární součinitel $E_s/E_c = 200/30.0 = 6.67$, účinný $E_s/E_{c, eff} = 200/8.57 = 23.34$
 Tahová výstuž: 4@12 (4.52cm²), Tlaková výstuž: 4@12 (4.52cm²)
 Stupeň vystužení $\rho = A_{s1}/(b \cdot d) = 452/(1000 \times 93) = 0.005$, $\rho' = A_{s2}/(b \cdot d) = 452/(1000 \times 93) = 0.005$

8.1. Stadium I (průřez bez trhlin) (MSP)

Ohybová tuhost průřezu bez trhlin, $EI = (200/23.34) \times (0.001 \times 0.233) = 1994 \text{ kNm}^2$
 $A_i = A_c + (n-1)(A_{s1} + A_{s2})$, $e = (n-1)(A_{s1} \cdot y_{1s} - A_{s2} \cdot y_{2s})/A_i$, $I = I_c + b \cdot h^3 \cdot e^2 + (A_{s1} \cdot y_{1s}^2 + A_{s2} \cdot y_{2s}^2)(n-1)$
 $S = A_s \cdot y_{2s} = (0.001) \times 452 \times 0.030 = (0.001) \times 0.014 \text{ m}^3$, $y_2 = 67 \text{ mm}$, $y_{2s} = y_2 - d_2 = 67 - 37 = 30 \text{ mm}$ (EC2 Rov.7.21)
 Křivost od momentu $1/xM = 9.63/1994 = (0.001) \times 4.829 \text{ (1/m)}$
 Křivost od smrštění $1/x\epsilon_s = (0.001 \times 0.30) \times 23.34 \times (0.014/0.233) = (0.001) \times 0.415 \text{ (1/m)}$
 Celková křivost $1/x = (0.001) \times 4.829 + (0.001) \times 0.415 = (0.001) \times 5.243 \text{ (1/m)}$
 Moment na mezi vzniku trhlin, $M_{cr} = f_{ctm} \cdot (I/y_2) = 2.2 \times (0.233/0.067) = 7.59 \text{ kNm}$

8.2. Stadium II (průřez s trhlinami) (MSP)

$\rho=0.005$, $\rho'=0.005$, $\rho'/\rho=1.000$, $n=\sigma_e=23.34$, $n\cdot\rho=0.117$, $\xi=0.604$, $\alpha=0.324$, $x=\alpha\cdot d=0.030m$
Ohybová tuhost průřezu s trhlinami, $EI=\xi\cdot E_s\cdot A_s\cdot d^2=0.604\times 200\times 452\times 0.0932=472 \text{ kNm}^2$
 $y_2=(1-\alpha)d=63mm$, $\epsilon_s=y_2\cdot M/EI=(0.001)\times 63\times 9.63/472=1.28$
 $S=A_s\cdot y_2=(0.001)\times 2\times 452\times 0.063=(0.001)\times 0.028 \text{ m}^3$ (EC2 Rov.7.21)
Křivost od momentu $1/xM=9.63/472=(0.001)\times 20.382 \text{ (1/m)}$
Křivost od smrštění $1/r_{cs}=(0.001\times 0.30)\times 23.34\times (0.028/0.055)=(0.001)\times 0.854 \text{ (1/m)}$
Celková křivost $1/r=(0.001)\times 20.382+(0.001)\times 0.854=(0.001)\times 21.236 \text{ (1/m)}$
 $M_{ed}=9.63 \text{ kNm}$, $\epsilon_c/\epsilon_s=0.62/1.28$, $x=30mm$, $\sigma_s=256 \text{ N/mm}^2$

8.3. Ověření průhybů bez výpočtu (MSP)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.4.2)

$1/d=K[1+1.5\sqrt{f_{ck}(\rho/(\rho-\rho'))}+(1/12)\sqrt{f_{ck}\sqrt{(\rho'/\rho)}}]=23.28$ (EC2 Rov.7.16b)
 $f_{ck}=20.00 \text{ N/mm}^2$, $\rho=0.001\times\sqrt{20.00}=0.004$, $\rho=0.005$, $\rho'=0.002$, $\rho>\rho'$, $K=1.0$
 $1/d=(310/\sigma_s)\times(1/d)$, $\sigma_s=256 \text{ N/mm}^2$, $1/d=(310/256)\times 23.28=28.18$ (EC2 Rov.7.17)
 $l_{eff}/d=2.250/0.093=24.19 \leq 28.18$, **Mesní poměr rozpětí/výška je dodržen**

8.4. Ověření průhybů výpočtem (MSP)

(EN1992-1-1, §7.4.3)

$\zeta=1-0.50\cdot(M_{cr}/M_{ed})^2=1-0.50\times(7.59/9.63)^2=0.69$ (Rov.7.19)
Konečná křivost $(1/r)=0.69\times(0.001\times 21.236)+(1-0.69)\times(0.001\times 5.243)=(0.001)\times 16.273 \text{ (1/m)}$ (Rov.7.18)
 $\beta=(M_a+M_b)/M_c=(0.00+0.00)/9.63=0.00$, $k=0.104(1-0.00/10)=0.1040$
 $f=k\cdot l_{eff}^2\cdot(1/r)=0.1040\times 2.250^2\times 16.273=8.57 \text{ mm}$
 $f=8.57 \text{ mm} \leq 1000\times 2.250/250=9.00 \text{ mm}$, **Mesní průhyb je dodržen**

8.5. Minimální plochy výstuže (MSP)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.2)

Minimální plochy výstuže $A_{s,min}=k_c\cdot k\cdot f_{ct,eff}\cdot Act/\sigma_s$ (EC2 Rov.7.1)
 $b=1.000m$, $b_{eff}=1.000m$, $h=0.130m$, $d=0.093m$, $x=0.030m$, $\phi=12mm$
 $N_{ed}=0.00kN$, $\sigma_c=(N_{ed}/bh)=0.0N/mm^2$, $\sigma_s=f_{yd}=435N/mm^2$
 $Act=(h-x)\cdot b=(130-30)\times 1000=99825 \text{ mm}^2$
 $\max(h,b_1)=0mm$, $f_{ctm}=2.20N/mm^2$, $Act=99825mm^2$, $k=1.00$, $k_c=0.40$, $k_1=1.50$
Minimální vystužení, $A_{s,min}=0.40\times 1.00\times 2.20\times 99825/435=202mm^2$

8.6. Výpočet šířky trhlin (MSP)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.3)

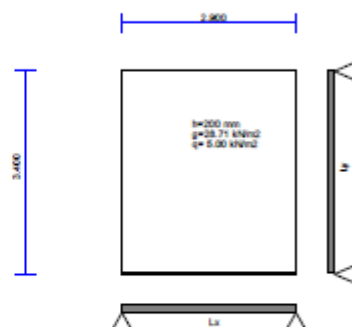
$w_k=s_r\cdot\max\cdot(\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm})$ (EC2 Rov.7.8)
 $\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}=[\sigma_s-k_t\cdot(f_{ct,eff}/\rho_{eff})+(1+\alpha\cdot\rho_{eff})]/E_s \geq 0.6 \sigma_s/E_s$ (EC2 Eq.7.9)
 $\sigma_s=256N/mm^2$, krátkodobé satižení: $E_s/E_c=6.67$, $k_t=0.6$, dlouhodobé satižení: $E_s/E_c=23.34$, $k_t=0.4$
 $A_{ceff}=0.333(h-x)b=0.333\times(130-30)\times 1000=33242 \text{ mm}^2$ (§7.3.2.3)
 $\rho_{eff}=A_s/A_c$, $eff=452/33242=0.014$
 $\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}=[256-0.4\times(2.2/0.014)(1+23.34\times 0.014)]/200=0.85\% \geq 0.6\times 256/200=0.77\%$
 $s_r\cdot\max=k_3\cdot(C_{nom}+\phi_s)+k_1\cdot k_2\cdot k_4\cdot \phi/\rho_{eff}$ (EC2 Rov.7.11)
 $\phi=12mm$, $k_1=0.8$, $k_2=(e_1+e_2)/2e_1=0.5$, $k_3=3.4$, $k_4=0.425$
 $s_r\cdot\max=3.4\times 31.00+0.8\times 0.5\times 0.425\times 12/0.014=255.43 \text{ mm}$
 $w_k=s_r\cdot\max\cdot(\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm})=255.43\times 0.001\times 0.85=0.22 \text{ mm}$
 $w_k=0.22mm \leq 0.30mm=w_{max}$, **Stupně vlivu prostředí: XC2, Mesní šířka trhlin je dodržena**

1. DNO JÍMKY

Deska působící ve dvou směrech

(EC2 EN1992-1-1:2004, EC2 EN1990:2002, +NA-CSN:2007)

C20/25-B500B



Návrh železobetonu

Třída betonu-výstuže : C20/25-B500B (EC2 §3)
Stupně vlivu prostředí : XC2 (EC2 §4.4.1)
Krycí vrstva betonu : Cnom=35 mm (EC2 §4.4.1)
Tíha betonu : 25.0 kN/m³
 $\gamma_c=1.50$, $\gamma_s=1.15$ (EC2 Tabulka 2.1N)
 $f_{cd}=\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1.00 \times 20 / 1.50 = 13.33$ MPa (EC2 §3.1.6)
 $f_{ctd}=\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0.05} / \gamma_c = 1.00 \times 1.5 / 1.50 = 1.00$ MPa (EC2 §3.1.6)
 $f_{yd}=f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1.15 = 435$ MPa (EC2 §3.2.7)
Modul pružnosti betonu $E_{cm}=30.0$ GPa

2. Rozměry a zatížení

tloušťka desky $h=0.200$ m, Pole $L_x=2.900$ m, $L_y=3.400$ m
Vlastní tíha desky: $g_0 = 25.00 \times 0.200 = 5.00$ kN/m²
Zatížení desky: stálé $g=(5.00+28.71)=33.71$ kN/m², proměnné $q=5.00$ kN/m²
Dílčí součinitele zatížení : $\gamma_G=1.35$, $\gamma_Q=1.50$ (EC2 Příloha A1)
Kombinace proměnných zatížení : $\psi_0=0.70$, $\psi_1=0.70$, $\psi_2=0.60$
Účinná výška průřezu $d=h-d_1$, $d_1=C_{nom}+\varnothing/2=35+8/2=39$ mm, $d=200-39=161$ mm

Metoda analýzy: Czerny F., "Tafeln für vierseitig und dreiseitig gelagerte Rechteckplatten", Beton Kalender 1983, Berlin, Ernst Sohn, 1983
 $L_y/L_x=3.400/2.900=1.17$, Tabulka 2.2.1

3. Mezní stav únosnosti (MSÚ), návrh na ohyb

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1, §9.3.1)

Zatížení (STR) $q_{ed}=\gamma_G \cdot g + \gamma_Q \cdot q = 1.35g + 1.50q = 1.35 \times 33.71 + 1.50 \times 5.00 = 53.01$ kN/m

3.1. Směr analýzy desky x-x, $L_x=2.900$ m

Moment v podpoře $M_{ed, sup A} = M_{ed, sup B} = 0$ kNm/m
Moment v poli $M_{ed, span} = (1.35 \times 33.71 + 1.50 \times 5.00) \times 2.900^2 / 19.98 = 22.31$ kNm/m
Reakce stálé, $V_{gA} = 33.71 \times 2.900 / 2.06 = 47.54$ kN/m, $V_{gB} = 33.71 \times 2.900 / 2.06 = 47.54$ kN/m
Reakce proměnné, $V_{qA} = 5.00 \times 2.900 / 2.06 = 7.05$ kN/m, $V_{qB} = 5.00 \times 2.900 / 2.06 = 7.05$ kN/m



3.2. Směr analýzy desky y-y, $L_y=3.400$ m

Moment v podpoře $M_{edsupA}=M_{edsupB}=0$ kNm/m

Moment v poli $M_{edspan}=(1.35 \times 33.71 + 1.50 \times 5.00) \times 2.900^2 / 28.71 = 15.53$ kNm/m

Reakce stálé, $V_gA=33.71 \times 2.900 / 2.04 = 48.00$ $V_gB=33.71 \times 2.900 / 2.04 = 48.00$ kN/m

Reakce proměnné, $V_qA=5.00 \times 2.900 / 2.04 = 7.12$ $V_qB=5.00 \times 2.900 / 2.04 = 7.12$ kN/m



4. Mezní stav únosnosti (MSÚ), návrh na ohyb

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1, §9.3.1)

$M_{ed} = 22.31$ kNm/m, $d=161$ mm, $K_d = 3.41$ $x/d=0.10$ $\epsilon_c/\epsilon_{sl}=-2.2/20.0$ $\kappa_s=2.39$, $A_s = 3.31$ cm²/m

$M_{ed} = 15.53$ kNm/m, $d=153$ mm, $K_d = 3.88$ $x/d=0.08$ $\epsilon_c/\epsilon_{sl}=-1.8/20.0$ $\kappa_s=2.37$, $A_s = 2.41$ cm²/m

Minimální výstužení desky, $A_s \geq 0.0013 b d = 1.99$ cm²/m, $s \leq 300$ mm, $s' \leq 400$ mm

(EC2 §9.3.1)

minimální hlavní výstuž $\varnothing 8/250$ (2.01 cm²/m), rozdělovací $\varnothing 8/250$ (2.01 cm²/m)

Výstuž pole: x-x : $\varnothing 8/150$ (3.35 cm²/m), (spodní vrstva)

y-y : $\varnothing 8/205$ (2.45 cm²/m),

Výstuž nad podporami: Vlevo : $\varnothing 8/400$ (1.26 cm²/m),

Vpravo : $\varnothing 8/400$ (1.26 cm²/m),

Dole : $\varnothing 8/400$ (1.26 cm²/m),

Nahoře : $\varnothing 8/400$ (1.26 cm²/m),

5. Mezní stav únosnosti (MSÚ), návrh na smyk

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2, §9.2.2)

Maximální smykové síly ve vzdálenosti d od líce podpory $\max V = 71.08$ kN/m

Smyková únosnost bez smykové výstuže V_{rdc}

(EC2 §6.2.2)

$V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} + k_l \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$

(EC2 Rev.6.2.a)

$V_{rdc} = (v_{min} + k_l \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$

(EC2 Rev.6.2.b)

$C_{rdc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.50 = 0.120$, $f_{ck} = 20$ MPa, $b_w = 1000$ mm, $d = 166$ mm

$k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k = 2.00$, $k_l = 0.15$

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d) = 117 / (1000 \times 166) = 0.0007$

$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.44$ N/mm²,

(EC2 Rev.6.3N)

$V_{rd, c(min)} = 0.001 \times (0.44) \times 1000 \times 166 = 73.04$ kN/m

$V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.07 \times 20)^{0.33}] \times 1000 \times 166 = 44.57$, $V_{rdc} = 73.04$ kN/m

$V_{ed} = 71.08$ kN/m $\leq V_{rdc} = 73.04$ kN/m, $V_{ed} \leq V_{rdc}$ smyková výstuž není nutná

6. Mezní stav použitelnosti (MSP)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7)

$L=2.900$ m, $b=1.000$ m, $h=0.200$ m, $d=0.161$ m

Zatížení (kvazistálá kombinace) $q_{ed} = g + \psi_2 \cdot q = 33.71 + 0.60 \times 5.00 = 36.71$ kN/m

$L_x < L_y$, $L_{eff} = 2.900$ m, $M_{ed} = (36.71 / 53.01) \times 22.31 = 15.45$ kNm/m, $M_{ed}(MSP) = 15.45$ kNm/m

Součinitel konečného dotvarování $\phi(\infty, t_0) = 2.50$

(EC2 §3.1.4, Příloha B)

Celkové přetvoření od smrštění $\epsilon_{cs} = -0.30\%$

$\gamma_c = 1.00$, $\gamma_s = 1.00$

(EC2 §2.4.2.4.2)

Modul pružnosti betonu $E_{cm} = 30.0$ GPa, $E_{eff} = 30.0 / (1 + 2.50) = 8.57$ GPa = 8570 MPa

(EC2 Rev.7.20)

Modul pružnosti oceli $E_s = 200$ GPa = 200000 MPa

Modulární součinitel $E_s/E_c = 200/30.0 = 6.67$, účinný $E_s/E_{c,eff} = 200/8.57 = 23.34$

Tahová výstuž: $\varnothing 8/150$ (3.35 cm²/m)

Stupeň výstužení $\rho = A_{sl} / (b \cdot d) = 335 / (1000 \times 161) = 0.002$

6.1. Stadium I (průřez bez trhlin) (MSP)

Ohybová tuhost průřezu bez trhlin, $EI = (200/23.34) \times (0.001 \times 0.694) = 5943$ kNm²

$A_i = A_c + (n-1)(A_{s1} + A_{s2})$, $e = (n-1)(A_{s1} \cdot y_{1s} - A_{s2} \cdot y_{2s}) / A_i$, $I = I_c + b \cdot h \cdot e^2 + (A_{s1} \cdot y_{1s}^2 + A_{s2} \cdot y_{2s}^2) \cdot (n-1)$

$S = A_s \cdot y_{2s} = (0.001) \times 2 \times 335 \times 0.059 = (0.001) \times 0.020$ m³, $y_2 = 98$ mm, $y_{2s} = y_2 - d_2 = 98 - 39 = 59$ mm

(EC2 Rev.7.21)

Křivost od momentu $1/r_M = 15.45/5943 = (0.001) \times 2.600$ (1/m)

Křivost od smrštění $1/r_{cs} = (0.001 \times 0.30) \times 23.34 \times (0.020/0.694) = (0.001) \times 0.199$ (1/m)

Celková křivost $1/r = (0.001) \times 2.600 + (0.001) \times 0.199 = (0.001) \times 2.799$ (1/m)

Moment na mezi vzniku trhlin, $M_{cr} = f_{ctm} \cdot (I/y_2) = 2.2 \times (0.694/0.098) = 15.60$ kNm

6.2. Stadium II (průřez s trhlinami) (MSP)

$\rho = A_s / (b \cdot d) = 0.002$, $n \cdot \sigma_e = 23.34$, $n \cdot \rho = 0.047$, $\xi = 0.673$, $\alpha = 0.262$, $\kappa = \alpha \cdot d = 0.042\text{m}$
Ohybová tuhost průřezu s trhlinami, $EI = \xi \cdot E_s \cdot A_s \cdot d^2 = 0.673 \times 200 \times 335 \times 0.161^2 = 1169 \text{ kNm}^2$
 $y_2 = (1 - \alpha) d = 119\text{mm}$, $\epsilon_s = y_2 \cdot M / EI = (0.001) \times 119 \times 15.45 / 1169 = 1.57$
 $S = A_s \cdot y_2 = (0.001) \times 2 \times 335 \times 0.119 = (0.001) \times 0.040 \text{ m}^3$ (EC2 Rev.7.21)
Křivost od momentu $1/r_M = 15.45 / 1169 = (0.001) \times 13.217 \text{ (1/m)}$
Křivost od smrštění $1/r_{cs} = (0.001 \times 0.30) \times 23.34 \times (0.040 / 0.136) = (0.001) \times 0.402 \text{ (1/m)}$
Celková křivost $1/r = (0.001) \times 13.217 + (0.001) \times 0.402 = (0.001) \times 13.619 \text{ (1/m)}$
 $M_{ed} = 15.45 \text{ kNm}$, $\epsilon_c / \epsilon_s = 0.56 / 1.57$, $\kappa = 42\text{mm}$, $\sigma_s = 314 \text{ N/mm}^2$

6.3. Ověření průhybů bez výpočtu (MSP)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.4.2)

$1/d = K[1 + 1.5 \sqrt{f_{ck}(\rho_o/\rho)} + 2.2 \sqrt{f_{ck}(\rho_o/\rho - 1)^{3/2}}] = 45.67$ (EC2 Rev.7.16a)
 $f_{ck} = 20.00 \text{ N/mm}^2$, $\rho_o = 0.001 \times \sqrt{20.00} = 0.004$, $\rho = 0.002$, $\rho' = 0.000$, $\rho \leq \rho_o$, $K = 1.0$
 $1/d = (310/\sigma_s) \times (1/d) = (0.00 + 0.00) / 22.31 = 0.00$, $k = 0.104(1 - 0.00/10) = 0.1040$ (EC2 Rev.7.17)
 $l_{eff}/d = 2.900 / 0.161 = 18.01 \leq 45.10$, **Mesní poměr rozpětí/výška je dodržen**

6.4. Ověření průhybů výpočtem (MSP)

(EN1992-1-1, §7.4.3)

$\zeta = 1 - 0.50 \cdot (M_{cr}/M_{ed})^2 = 1 - 0.50 \times (15.60/15.45)^2 = 0.49$ (Rev.7.19)
Konečná křivost $(1/r) = 0.49 \times (0.001 \times 13.619) + (1 - 0.49) \times (0.001 \times 2.799) = (0.001) \times 8.103 \text{ (1/m)}$ (Rev.7.18)
 $\beta = (M_a + M_b)/M_c = (0.00 + 0.00) / 22.31 = 0.00$, $k = 0.104(1 - 0.00/10) = 0.1040$
 $f = k \cdot l_{eff}^2 \cdot (1/r) = 0.1040 \times 2.900^2 \times 8.103 = 7.09 \text{ mm}$
 $f = 7.09\text{mm} \leq 1000 \times 2.900 / 250 = 11.60\text{mm}$, **Mesní průhyb je dodržen**

6.5. Minimální plochy výstuže (MSP)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.2)

Minimální plochy výstuže $A_{s,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$ (EC2 Rev.7.1)
 $b = 1.000\text{m}$, $b_{eff} = 1.000\text{m}$, $h = 0.200\text{m}$, $d = 0.161\text{m}$, $\kappa = 0.042\text{m}$, $\varnothing = 8\text{mm}$
 $N_{ed} = 0.00\text{kN}$, $\sigma_c = (N_{ed}/bh) = 0.0\text{N/mm}^2$, $\sigma_s = f_{yd} = 435\text{N/mm}^2$
 $A_{ct} = (h - \kappa) \cdot b = (200 - 42) \times 1000 = 157751 \text{ mm}^2$
 $\max(h, b) = 0\text{mm}$, $f_{ctm} = 2.20\text{N/mm}^2$, $A_{ct} = 157751\text{mm}^2$, $k = 1.00$, $k_c = 0.40$, $k_1 = 1.50$
Minimální vystužení, $A_{s,min} = 0.40 \times 1.00 \times 2.20 \times 157751 / 435 = 319\text{mm}^2/\text{m}$

6.6. Výpočet šířky trhlin (MSP)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.3)

$w_k = s_r, \max \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$ (EC2 Rev.7.8)
 $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff}/\rho_{eff}) (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})] / E_s \geq 0.6 \sigma_s / E_s$ (EC2 Eq.7.9)
 $\sigma_s = 314\text{N/mm}^2$, krátkodobé satišení: $E_s/E_c = 6.67$, $k_t = 0.6$, dlouhodobé satišení: $E_s/E_c = 23.34$, $k_t = 0.4$
 $A_{ceff} = 0.333(h - \kappa)b = 0.333 \times (200 - 42) \times 1000 = 52531 \text{ mm}^2$ (§7.3.2.3)
 $\rho_{eff} = A_s/A_{ceff} = 335/52531 = 0.006$
 $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [314 - 0.4 \times (2.2/0.006) (1 + 23.34 \times 0.006)] / 200 = 0.78\text{‰} \geq 0.6 \times 314 / 200 = 0.94\text{‰}$
 $s_r, \max = k_3 \cdot C_{nom} + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \varnothing / \rho_{eff}$ (EC2 Rev.7.11)
 $\varnothing = 8\text{mm}$, $k_1 = 0.8$, $k_2 = (e_1 + e_2) / 2e_1 = 0.5$, $k_3 = 3.4$, $k_4 = 0.425$
 $s_r, \max = 3.4 \times 35.00 + 0.8 \times 0.5 \times 0.425 \times 8 / 0.006 = 332.26 \text{ mm}$
 $w_k = s_r, \max \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 332.26 \times 0.001 \times 0.94 = 0.31 \text{ mm}$
 $w_k = 0.31\text{mm} \leq 0.30\text{mm} = w_{max}$, **Stupně vlivu prostředí: XC2, Mesní šířka trhlin je dodržena**

Kašna

PŘÍPRAVNÉ VÝPOČTY

Výpočet zatížení dle ČSN EN 1991 (730035)

ZATÍŽENÍ STÁLÉ

Zatížení dna kašny

Zatížení (popis)	Charakteristické kN/m ²	γ_F	Návrhové kN/m ²
Kamenné desky 0,07 . 27,00	1,89		

Ocelová konstrukce (odhad)	0,15		
Celkem stálé dle ČSN EN 1991	$g_k = 2,04$	1,35	$g_d = 2,75$

Náplň vodou

Výška hladiny $h = 0,70$ m

Tlak vody v patě $\sigma_z = h \cdot \rho = 0,70 \cdot 10,00 = 7,00$ kPa, součinitel zatížení $\gamma_F = 1,50$

VÝPOČET UŽITNÉHO ZATÍŽENÍ DLE ČSN 1991-1-4 (EC 1)

Užitná kategorie C5 – plochy kde může dojít k vysoké koncentraci lidí

Charakteristická hodnota zatížení $q_k = \underline{5,00 \text{ kN/m}^2}$

Návrhová hodnota zatížení $q_d = q_k \cdot \gamma_F = 5,00 \cdot 1,50 = \underline{7,50 \text{ kN/m}^2}$

NÁVRH KONSTRUKCE

Posouzení plošného základu

Vstupní data

Projekt

Datum : 24.05.2023

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : procentem Sigma,Or

Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

Patky

Výpočet pro odvozněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0,333

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F5, konzistence tuhá		21,00	12,00	20,00	10,00	
2	Třída G1, středně ulehlá		38,50	0,00	21,00	11,00	

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemín

Třída F5, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 21,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 12,00 \text{ kPa}$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 8,50 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

Třída G1, středně ulehlá

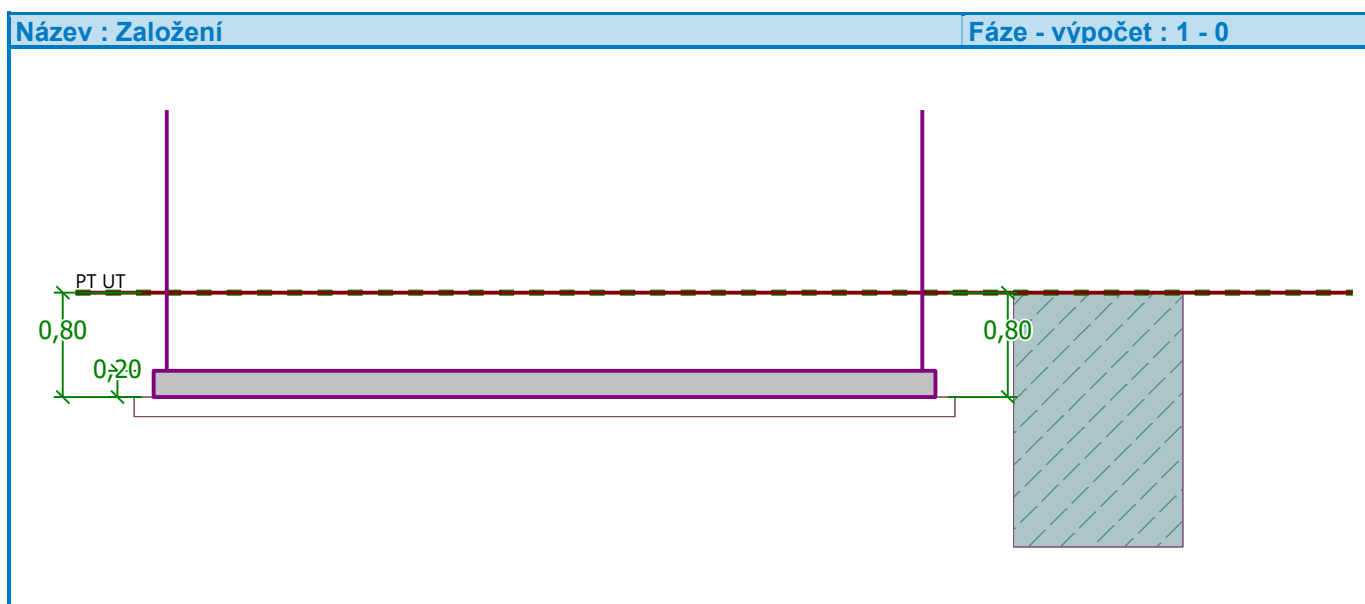
Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 38,50^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Edometrický modul : $E_{oed} = 355,50 \text{ MPa}$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Založení

Typ základu: kruhová patka

Hloubka od původního terénu $h_z = 0,80 \text{ m}$
 Hloubka základové spáry $d = 0,80 \text{ m}$
 Tloušťka základu $t = 0,20 \text{ m}$
 Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00^\circ$
 Sklon základové spáry $s_2 = 0,00^\circ$

Objemová tíha zeminy nad základem = $20,00 \text{ kN/m}^3$



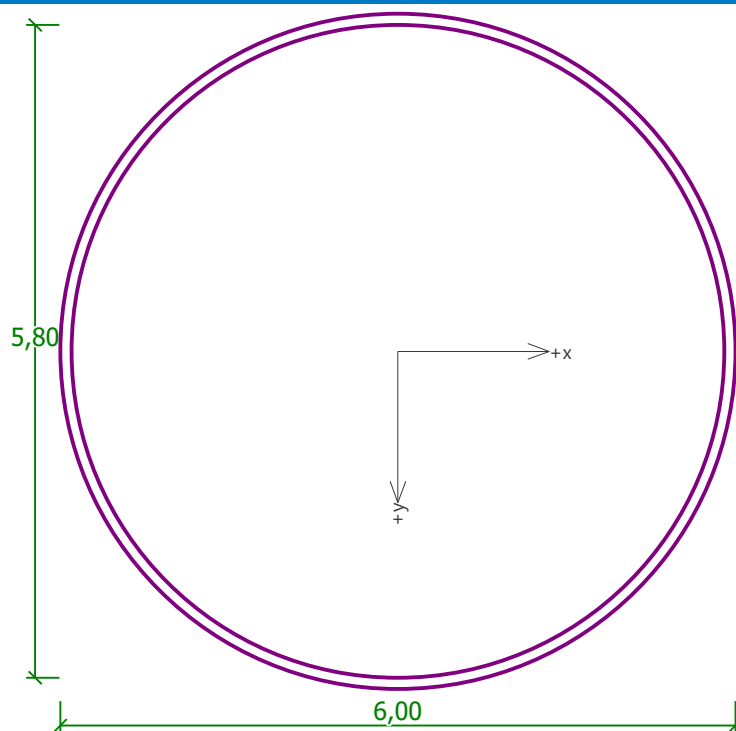
Geometrie konstrukce

Typ základu: kruhová patka

Průměr patky $d_p = 6,00 \text{ m}$
 Průměr sloupu $c = 5,80 \text{ m}$
 Objem patky $= 5,65 \text{ m}^3$

Název : Geometrie

Fáze - výpočet : 1 - 0



Štěrkopískový polštář

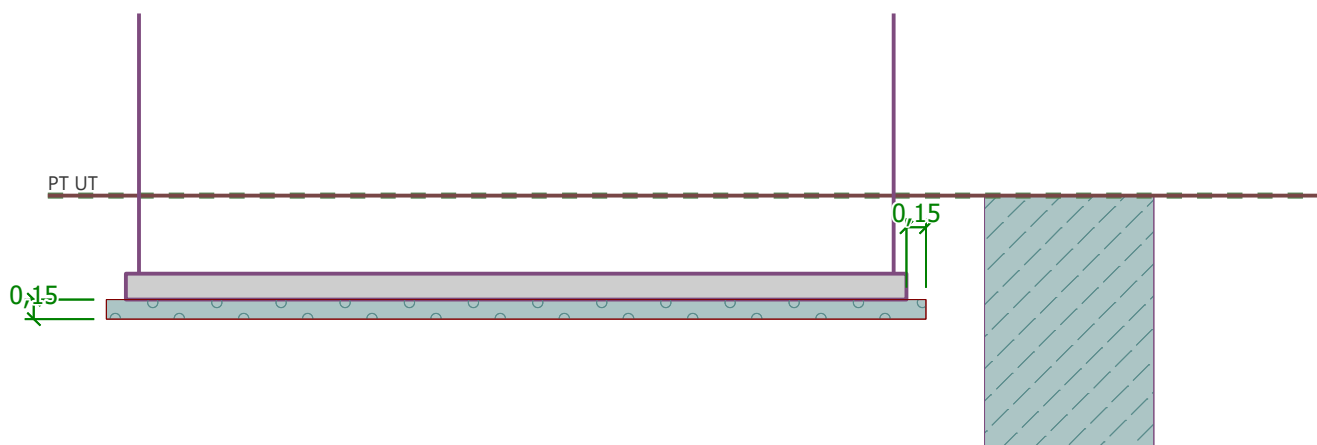
Zemina tvořící ŠP polštář - Třída G1, středně ulehlá

Přesah ŠP polštáře mimo základ $d_{sp} = 0,15 \text{ m}$

Hloubka štěrko-pískového polštáře $h_{sp} = 0,15 \text{ m}$

Název : ŠP polštář

Fáze - výpočet : 1 - 0



Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku

$f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu

$f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$

Modul pružnosti

$E_{cm} = 30000,00 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B500

Mez kluzu


$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

Mez kluzu

$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	0,00 .. ∞	Třída F5, konzistence tuhá	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		Návrhové	Návrhové	417,62	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Ano		Charakteristické	Užitné	292,72	0,00	0,00	0,00	0,00

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1**Posouzení zatěžovacích stavů**

Název	VI. tíha příznivě	e _x [m]	e _y [m]	σ [kPa]	R _d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
Návrhové	Ano	0,00	0,00	20,16	429,82	4,69	Ano
Návrhové	Ne	0,00	0,00	22,04	429,82	5,13	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 175,58 \text{ kN}$ Spočtená tíha nadloží $Z = 30,03 \text{ kN}$ **Posouzení svislé únosnosti**

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Návrhové)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 7,19 \text{ m}$ Dosah smykové plochy $l_{sp} = 19,03 \text{ m}$ Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 429,82 \text{ kPa}$ Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 22,04 \text{ kPa}$ **Svislá únosnost VYHOVUJE****Posouzení excentricity zatížení**Maximální excentricita $e_t = 0,000 < 0,333$ **Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Návrhové)

Zemní odpor: klidový

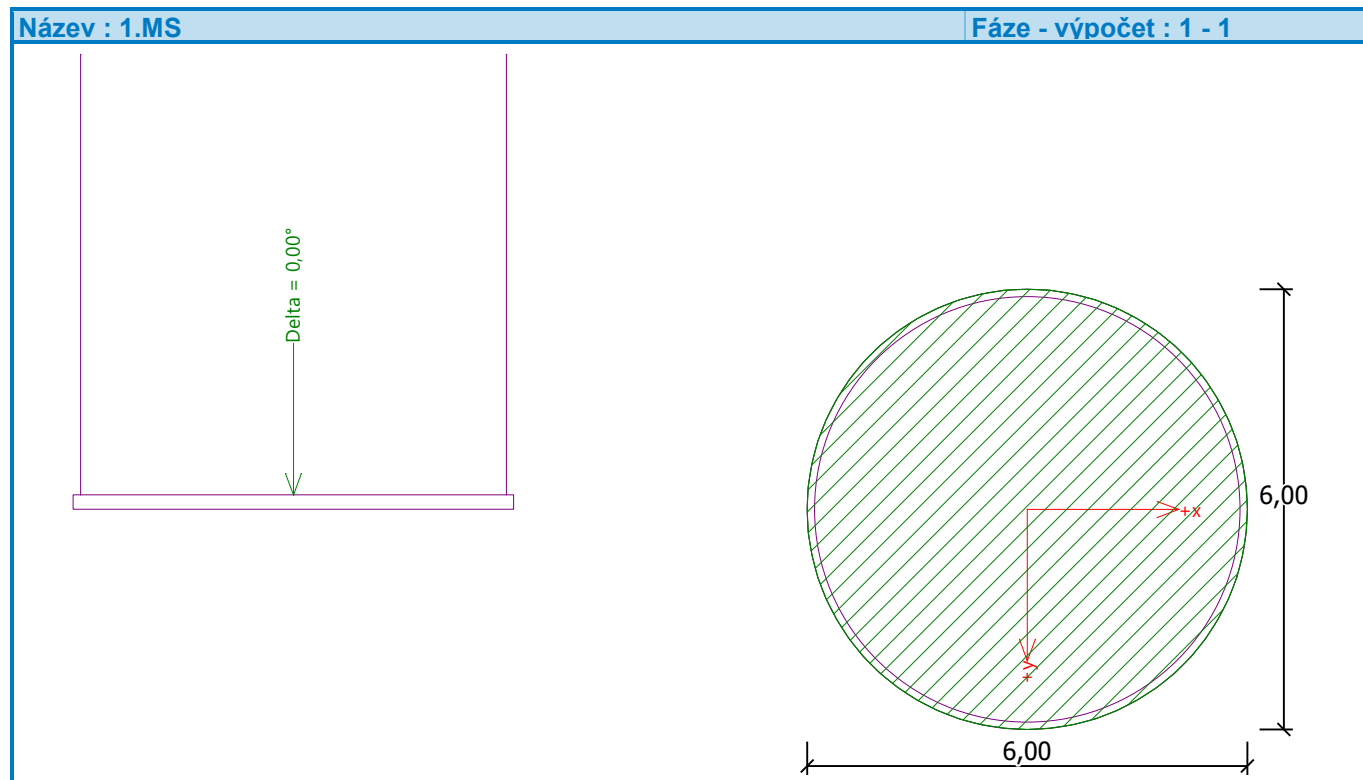
Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 10,78 \text{ kN}$

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 421,93 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 0,00 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE



Posouzení čís. 2

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
Návrhové	Ano	0,00	0,00	23,63	446,40	5,29	Ano
Návrhové	Ne	0,00	0,00	26,73	446,40	5,99	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 308,14 \text{ kN}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 30,03 \text{ kN}$

Výpočet únosnosti stanoven pod šterkopískovým polštářem.

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Návrhové)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 7,18 \text{ m}$

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 18,97 \text{ m}$

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 446,40 \text{ kPa}$

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 26,73 \text{ kPa}$

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Maximální excentricita $e_t = 0,000 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Návrhové)

Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 13,09 \text{ kN}$

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 553,50 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 0,00 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 130,06 \text{ kN}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 22,24 \text{ kN}$

Sednutí středu hrany x - 1 = 0,0 mm

Sednutí středu hrany x - 2 = 0,0 mm

Sednutí středu hrany y - 1 = 0,0 mm

Sednutí středu hrany y - 2 = 0,0 mm

Sednutí středu základu = 0,0 mm

Sednutí charakterist. bodu = 0,0 mm

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 3,97 \text{ MPa}$

Základ je poddajný ($k=0,28$)

Sednutí kraje základu max. tlač.= 0,0 mm

Sednutí kraje základu min. tlač.= 0,0 mm

Posouzení excentricity zatížení

Maximální excentricita $e_t = 0,000 < 0,333$

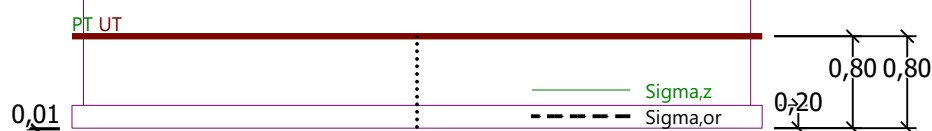
Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 0,0 mm

Hloubka deformační zóny = 0,01 m

Maximální natočení základu = 0,000 ($\tan \cdot 1000$); (0,0E+00 °)



1. Projekt

Licenční jméno	Ing. Milan Chrobák
Projekt	KAŠNA STUDÉNKA
Část	DESKA DNA – NÁVRH VÝZTUŽE
Popis	-
Autor	-
Datum	24. 05. 2023
Konstrukce	Deska XY
Poč. uzlů :	10
Poč. prutů :	0
Poč. ploch :	1
Poč. těles :	0
Poč. průřezů :	0
Poč. zat. stavů :	3
Poč. materiálů :	2
Tíhové zrychlení [m/s ²]	9,810
Národní norma	EC - EN

2. Materiály

Jméno	Typ	ρ [kg/m ³]	Hustota v čerstvém stavu [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c,k.28}$ [MPa]	Barva
C30/37	Beton	2500,0	2600,0	3,2800e+04	0.2	0,00	30,00	

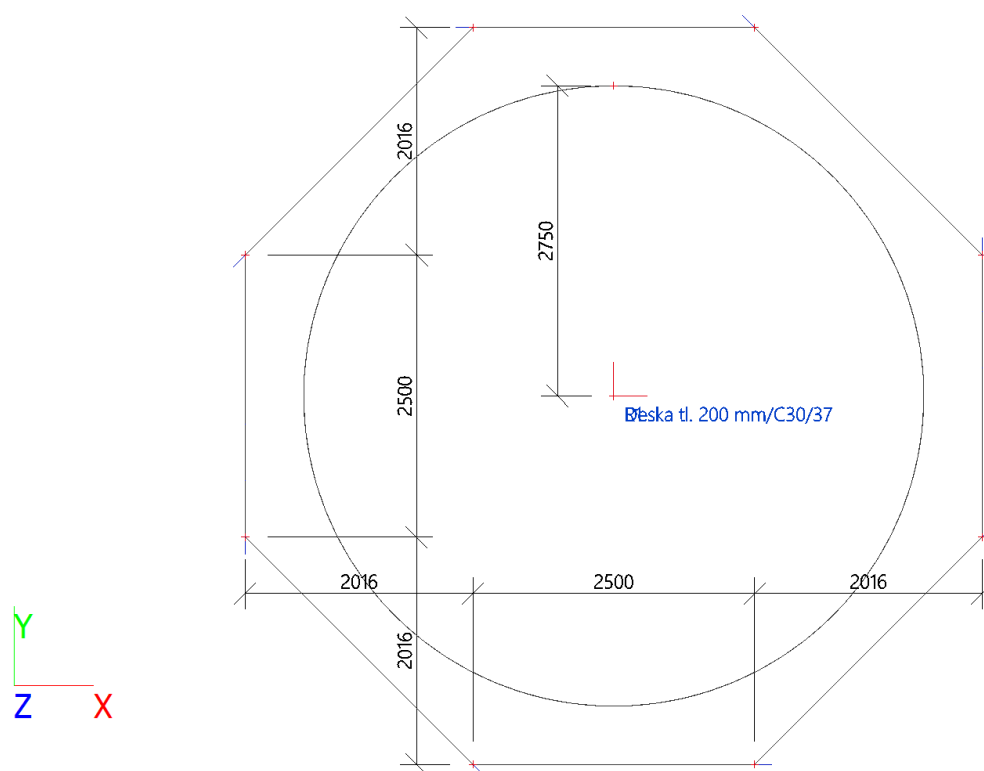
Vysvětlivky symbolů

Hustota v čerstvém stavu	Hodnota hustoty v čerstvém stavu se použije pouze v případě, že je zadána spřažená deska a její vlastní tíha se zohledňuje.
--------------------------	---

Výztuž EC2

Jméno	Typ	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	$f_{y,k}$ [MPa]
B 500B	Výztužná ocel	7850,0	2,0000e+05	8,3333e+04	0,00	500,0

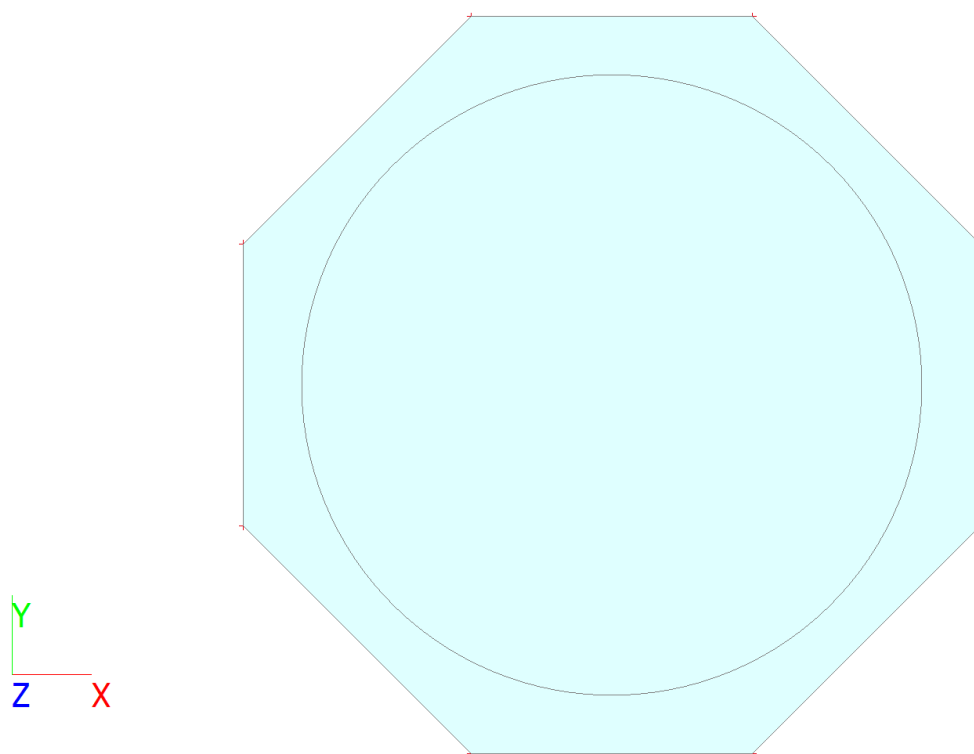
3. Výpočtový model



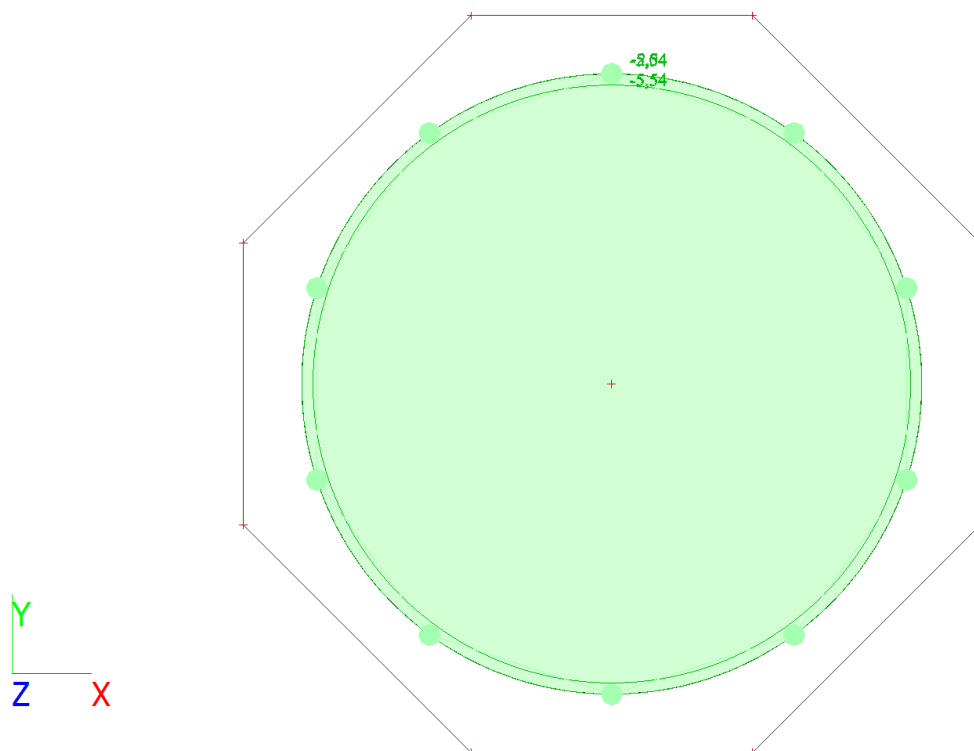
4. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
ZS1	Vlastní tíha	Stálé Vlastní tíha	SZ1	-Z		
ZS2	Stálé	Stálé Standard	SZ1			
ZS3	Voda Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný

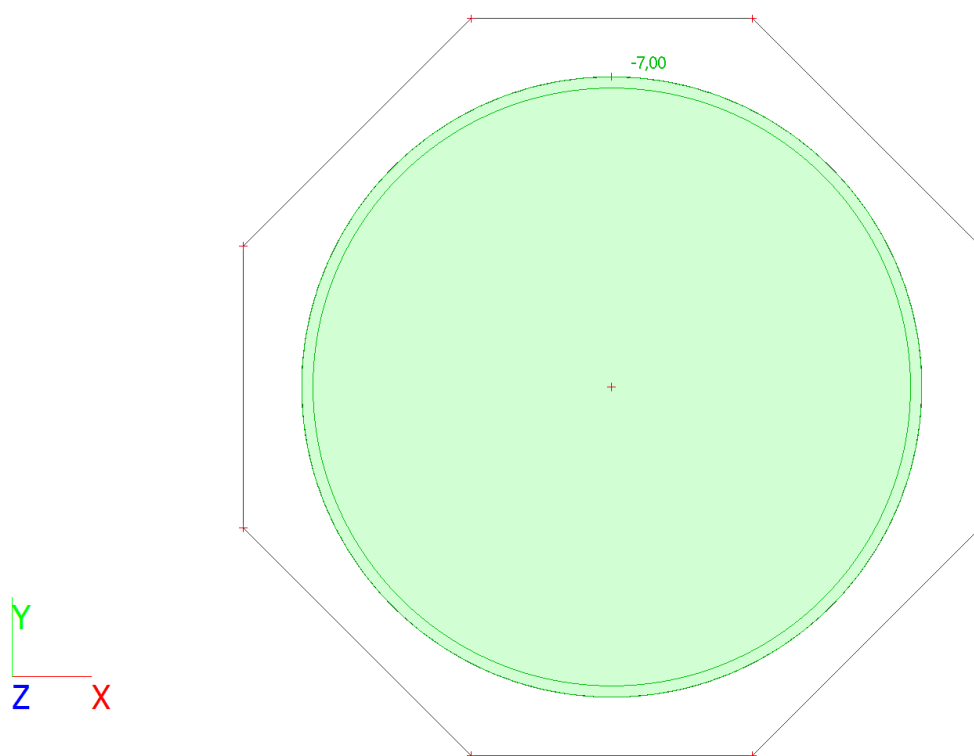
5. ZS1 / Hodnota pro výpočet



6. ZS2 / Hodnota pro výpočet



7. ZS3 / Hodnota pro výpočet



8. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSÚ-Sada B (auto).1		Obálka - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
			ZS2 - Stálé	1,35
MSÚ-Sada B (auto).2		Obálka - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Stálé	1,00
MSÚ-Sada B (auto).3		Obálka - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,15
			ZS2 - Stálé	1,15
MSÚ-Sada B (auto).4		Obálka - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
			ZS2 - Stálé	1,35
			ZS3 - Voda	0,75
MSÚ-Sada B (auto).5		Obálka - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Stálé	1,00
			ZS3 - Voda	0,75
MSÚ-Sada B (auto).6		Obálka - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,15
			ZS2 - Stálé	1,15
			ZS3 - Voda	1,50
MSÚ-Sada B (auto).7		Obálka - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Stálé	1,00
			ZS3 - Voda	1,50
MSP-Char (auto).1		Obálka - použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Stálé	1,00
MSP-Char (auto).2		Obálka - použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Stálé	1,00
			ZS3 - Voda	1,00
MSP-Kvazi (auto).1		Obálka - použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Stálé	1,00
MSP-Kvazi (auto).2		Obálka - použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - Stálé	1,00
			ZS3 - Voda	0,00

9. 3D přemístění

Lineární výpočet

Kombinace: MSP-Char (auto)

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě

Výsledky na 2D dílci:

Extrém 2D: Globální

Jméno	Sít'	Pozice [m]	Stav	ux+ [mm] ux- [mm]	uy+ [mm] uy- [mm]	uz+ [mm] uz- [mm]	φ_x [mrad]	φ_y [mrad]	φ_z [mrad]	U celkové+ [mm] U celkové- [mm]
S1	Prvek: 12 Uzel: 54	-3,266 -0,250 0,000	MSP-Char (auto)/1	0,0 0,0	0,0 0,0	-0,2 -0,2	0,0	0,1	0,0	0,2 0,2
S1	Prvek: 32 Uzel: 21	0,250 3,266 0,000	MSP-Char (auto)/1	0,0 0,0	0,0 0,0	-0,2 -0,2	0,1	0,0	0,0	0,2 0,2
S1	Prvek: 133 Uzel: 149	0,648 0,648 0,000	MSP-Char (auto)/1	0,0 0,0	0,0 0,0	-0,3 -0,3	0,0	0,0	0,0	0,3 0,3
S1	Prvek: 66 Uzel: 42	0,250 -3,266 0,000	MSP-Char (auto)/1	0,0 0,0	0,0 0,0	-0,2 -0,2	-0,1	0,0	0,0	0,2 0,2
S1	Prvek: 48 Uzel: 31	3,266 0,250 0,000	MSP-Char (auto)/1	0,0 0,0	0,0 0,0	-0,2 -0,2	0,0	-0,1	0,0	0,2 0,2
S1	Prvek: 121 Uzel: 13	0,000 0,000 0,000	MSP-Char (auto)/2	0,0 0,0	0,0 0,0	-0,1 -0,1	0,0	0,0	0,0	0,1 0,1

Jméno	Klíč kombinace
MSP-Char (auto)/1	ZS1 + ZS2 + ZS3
MSP-Char (auto)/2	ZS1 + ZS2

10. 3D přemístění; U_total

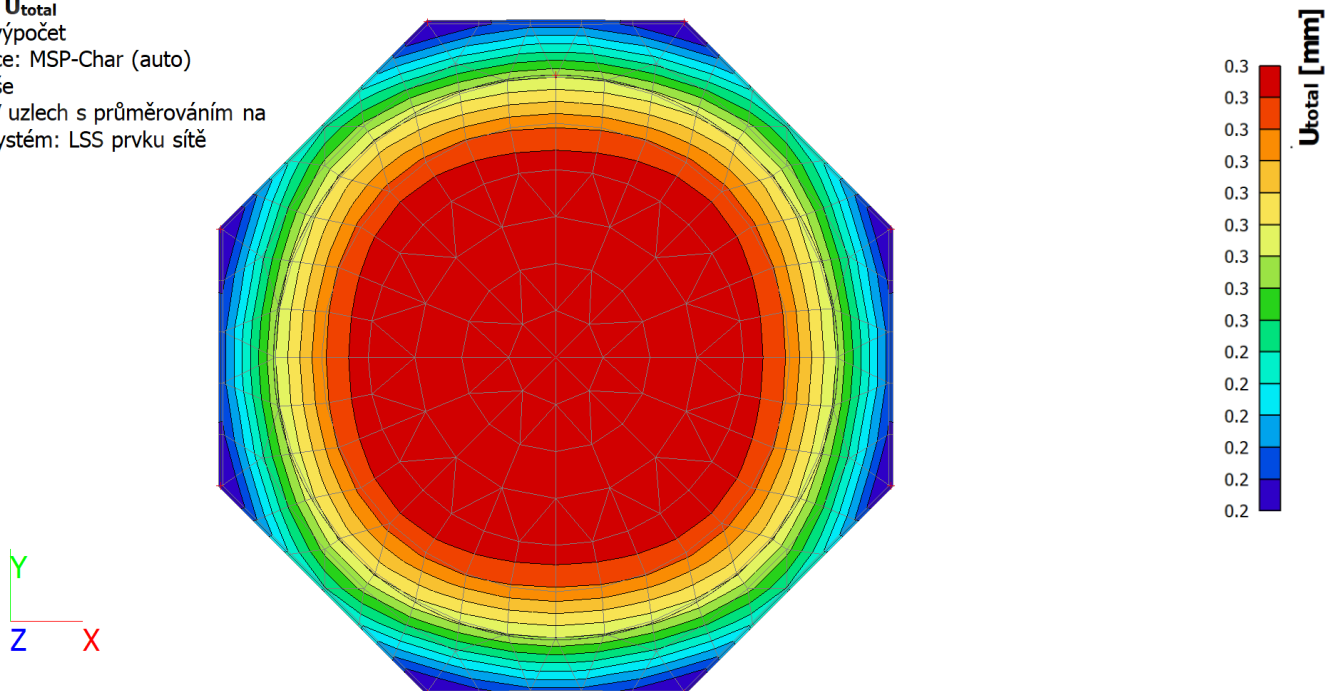
Hodnoty: **U_{total}**

Lineární výpočet

Kombinace: MSP-Char (auto)

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



11. 2D kontaktní napětí

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním. Systém: LSS prvku sítě

Jméno	Sít'	Pozice [m]	Stav	τ_{zx} [kPa]	τ_{yz} [kPa]	σ_z [kPa]
S1	Uzel: 13	0,000 0,000 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	0,0	0,0	7,0
S1	Uzel: 13	0,000 0,000 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	0,0	0,0	20,0

Jméno	Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto)/1	ZS1 + ZS2
MSÚ-Sada B (auto)/2	1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS3

12. 2D kontaktní napětí; σ_z

Hodnoty: σ_z

Lineární výpočet

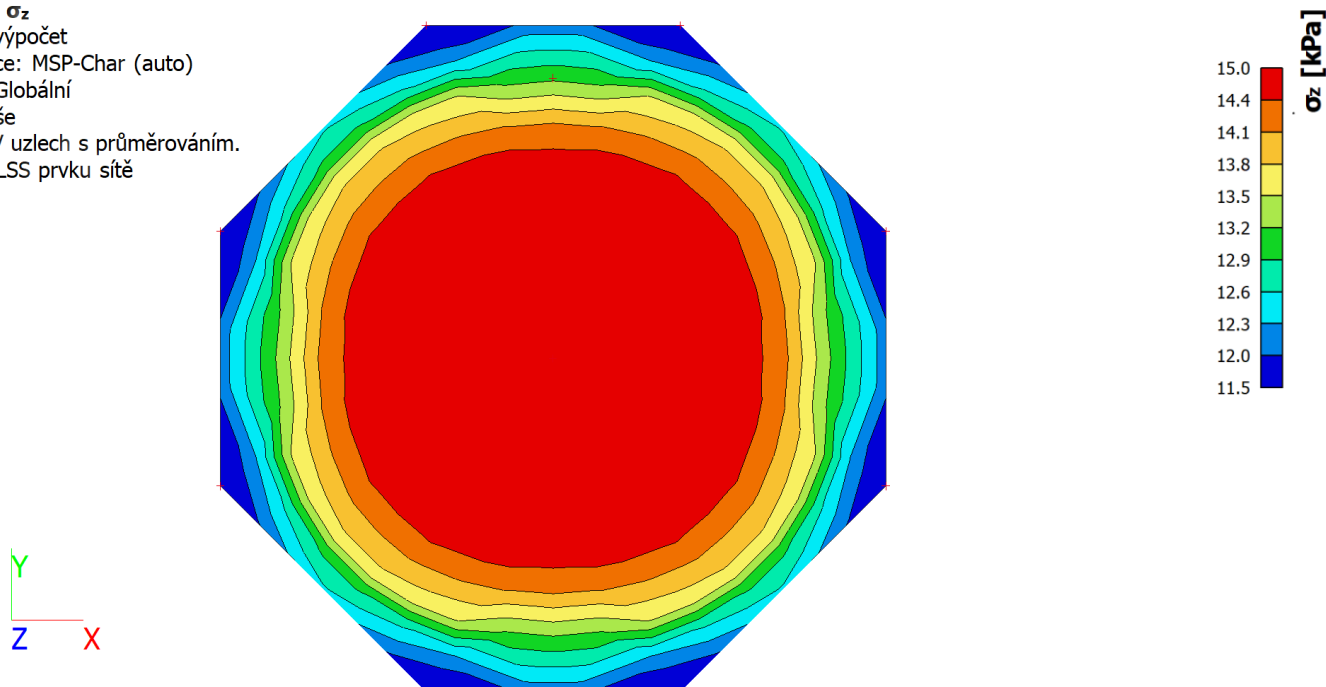
Kombinace: MSP-Char (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: LSS prvku sítě



13. 2D vnitřní síly

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě

Základní návrhové veličiny

Jméno	Sít'	Pozice [m]	Stav	m_{xD+} [kNm/m]	m_{yD+} [kNm/m]	m_{cD+} [kNm/m]
				m_{xD-} [kNm/m]	m_{yD-} [kNm/m]	m_{cD-} [kNm/m]
S1	Prvek: 122 Uzel: 140	0,000 0,458 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	-0,75 0,00	-0,75 0,00	0,00 -0,75
S1	Prvek: 92 Uzel: 74	2,584 0,941	MSÚ-Sada B (auto)/2	0,00 1,82	0,00 1,05	-1,66 -0,37

Jméno	Sít'	Pozice [m]	Stav	m_{xD+} [kNm/m]	m_{yD+} [kNm/m]	m_{cD+} [kNm/m]
				m_{xD-} [kNm/m]	m_{yD-} [kNm/m]	m_{cD-} [kNm/m]
		0,000				
S1	Prvek: 121 Uzel: 139	-0,458 0,000 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	-0,75 0,00	-0,75 0,00	0,00 -0,75
S1	Prvek: 87 Uzel: 79	0,941 2,584 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	0,00 1,05	0,00 1,82	-1,66 -0,37
S1	Prvek: 4 Uzel: 29	-2,258 -2,258 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	0,00 1,14	0,00 1,14	-1,12 -1,12
S1	Prvek: 14 Uzel: 10	-2,750 0,000 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	0,00 1,44	0,00 0,85	-1,44 0,00

Jméno	Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto)/1	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2
MSÚ-Sada B (auto)/2	1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS3

14. 2D vnitřní síly; m_{xD+}

Hodnoty: m_{xD+}

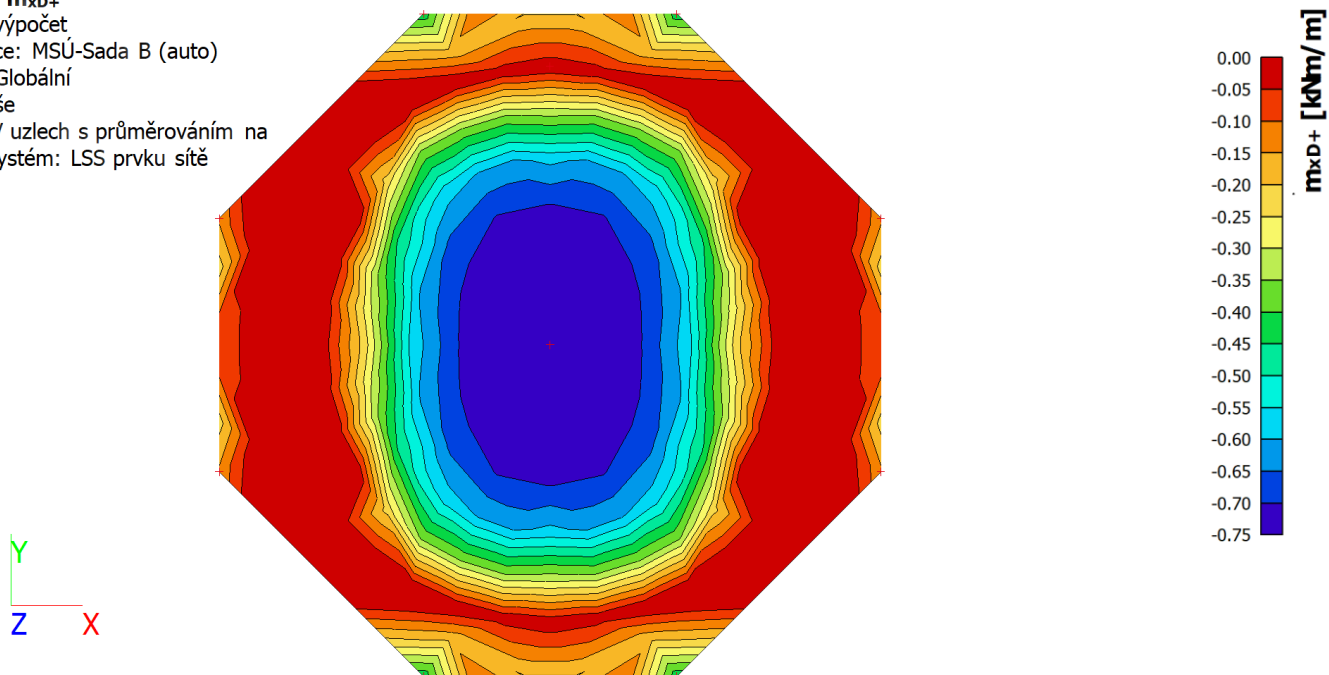
Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

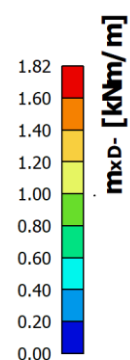
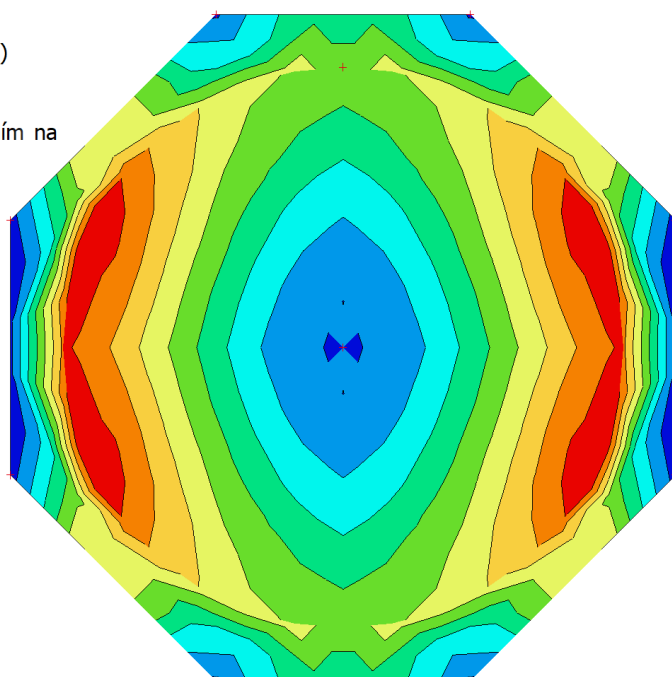
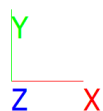
Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



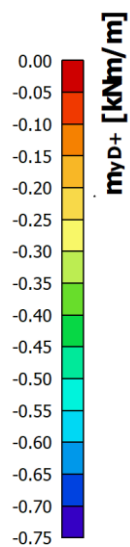
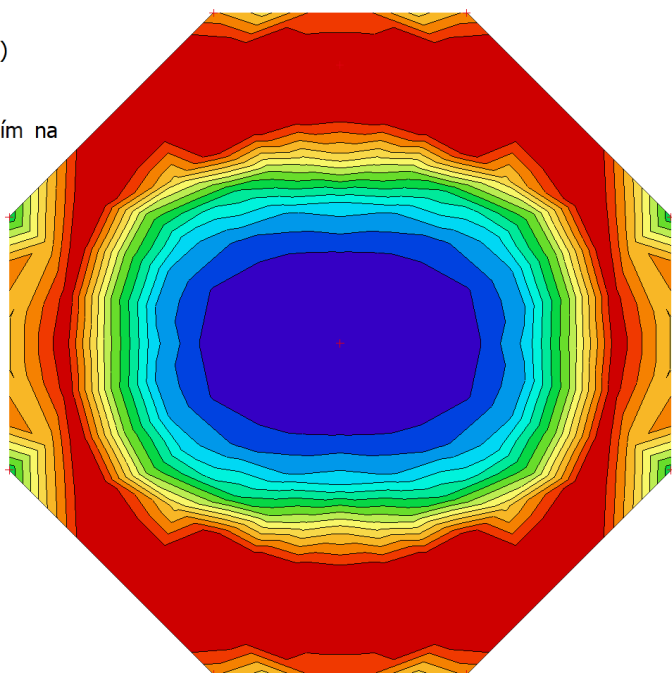
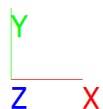
15. 2D vnitřní síly; m_{xD-}

Hodnoty: m_{xD-}
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
 Extrém: Globální
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť



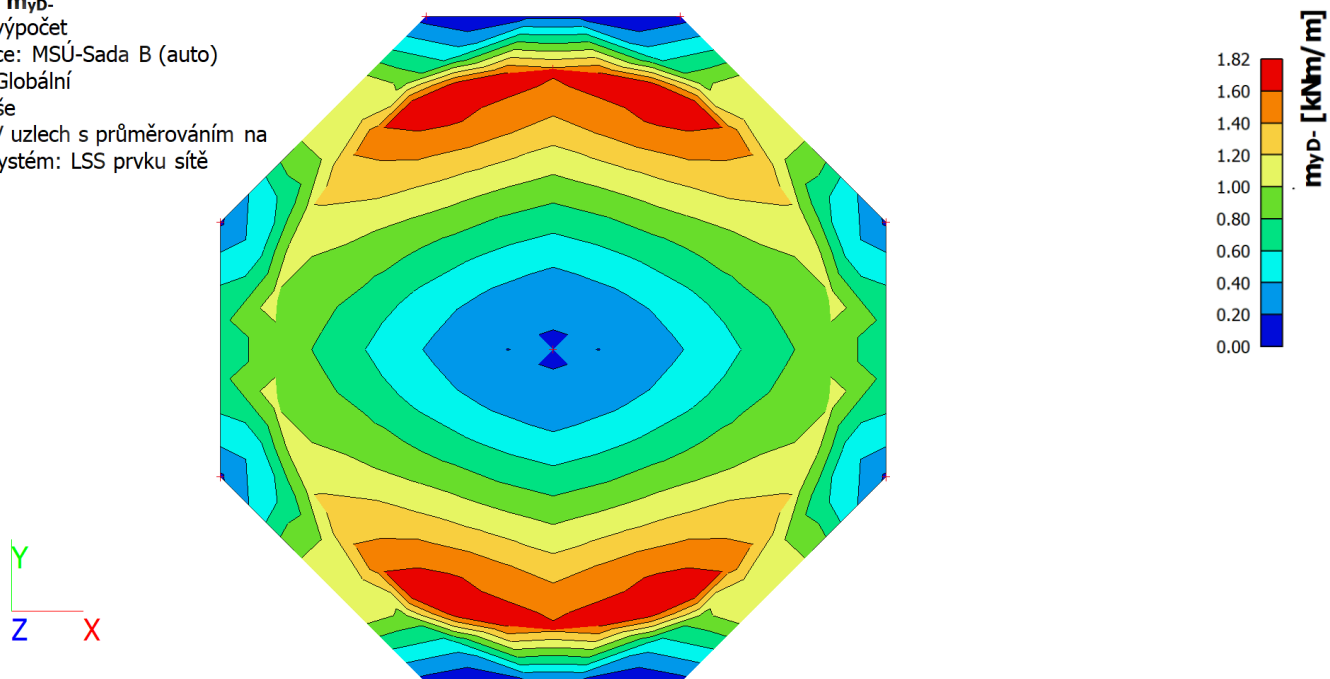
16. 2D vnitřní síly; m_{yD+}

Hodnoty: m_{yD+}
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
 Extrém: Globální
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť



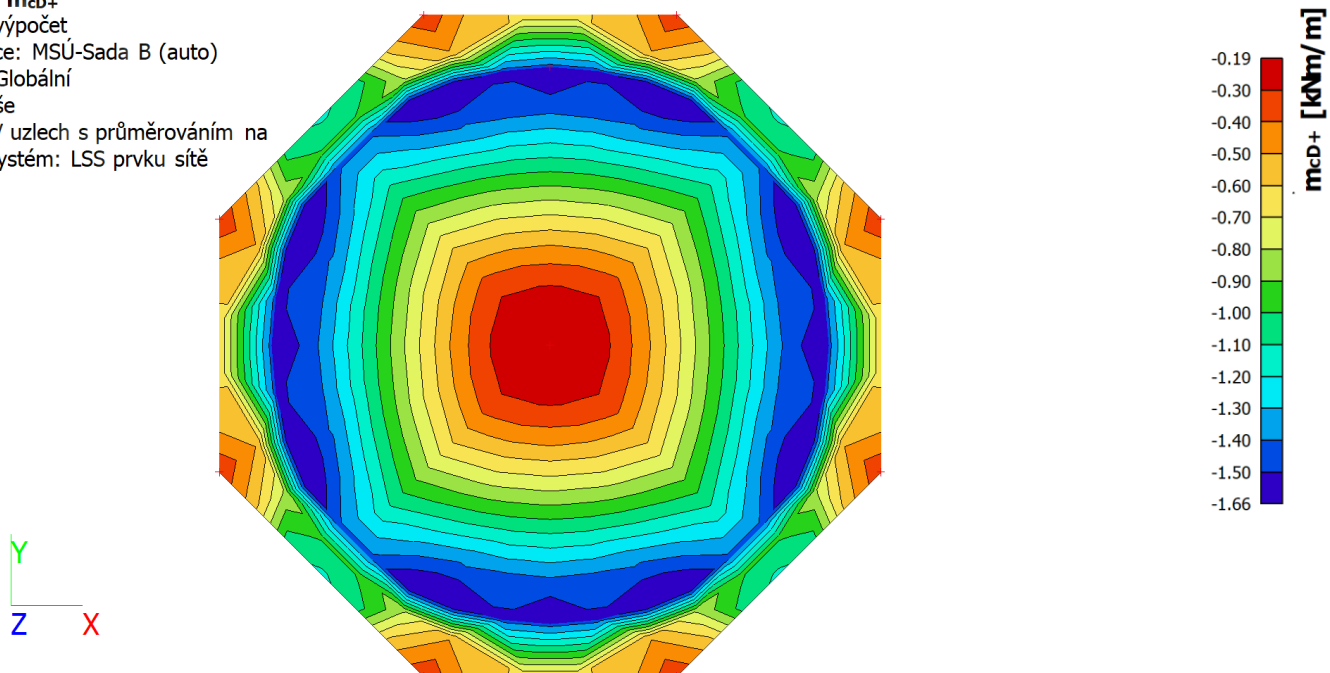
17. 2D vnitřní síly; m_{yD-}

Hodnoty: m_{yD-}
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
 Extrém: Globální
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť



18. 2D vnitřní síly; m_{cD+}

Hodnoty: m_{cD+}
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
 Extrém: Globální
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť



19. 2D vnitřní síly; m_{cd} -

Hodnoty: m_{cd} -

Lineární výpočet

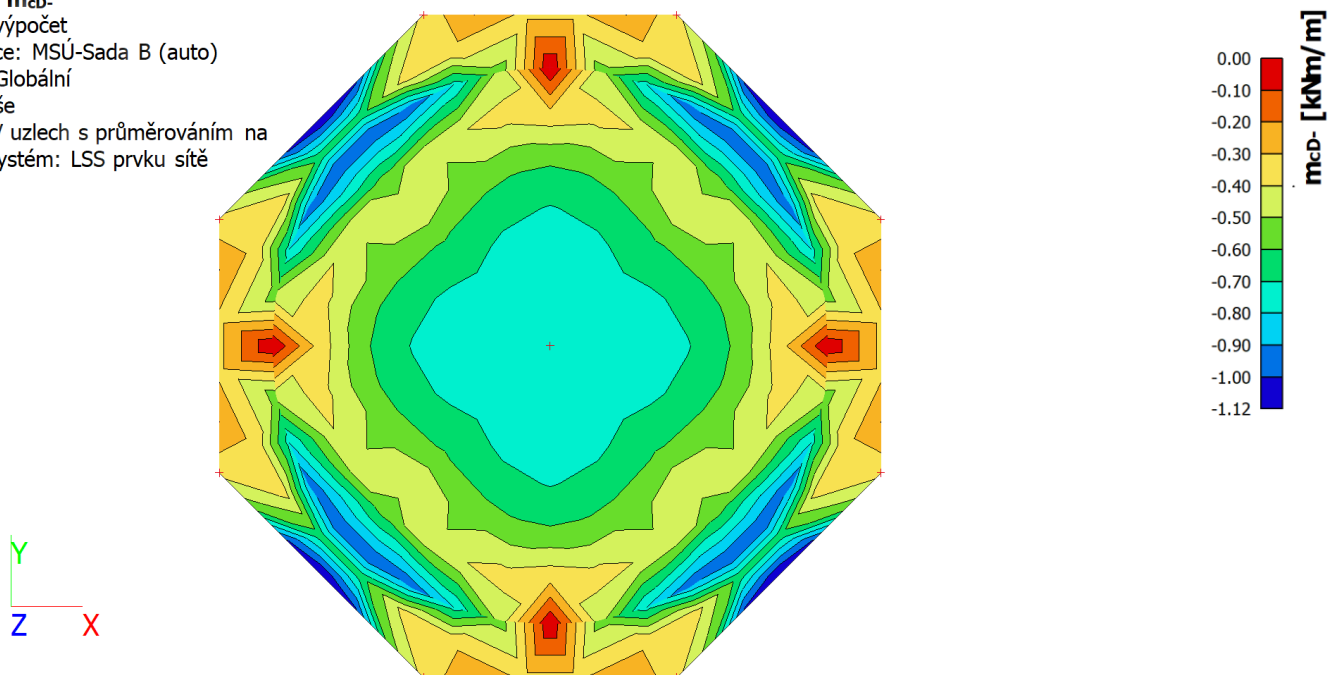
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na

makro. Systém: LSS prvku sítě



20. Návrh výztuže (MSÚ+MSP)

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě

Nutná - horní

Jméno	Sít'	Pozice [m]	Stav	Reinf _{Req,1+}	A _{s,req,1+} [mm ² /m] A _{s,req,bar,1+} [mm ² /m]	A _{s,ult,1+} [mm ² /m] ΔA _{s,serv,1+} [mm ² /m]	Reinf _{Req,2+}	A _{s,req,2+} [mm ² /m] A _{s,req,bar,2+} [mm ² /m]	A _{s,ult,2+} [mm ² /m] ΔA _{s,serv,2+} [mm ² /m]
S1	Prvek: 100 Uzel: 119	1,273 -1,905 0,000	MSÚ-Sada B (auto)	φ12,0/300	377 377	15 0	bez výztuže	0 0	0 0
S1	Prvek: 91 Uzel: 111	1,905 1,273 0,000	MSÚ-Sada B (auto)	bez výztuže	0 0	0 0	φ12,0/300	377 377	16 0

Nutná - spodní

Jméno	Sít'	Pozice [m]	Stav	Reinf _{Req,1-}	A _{s,req,1-} [mm ² /m] A _{s,req,bar,1-} [mm ² /m]	A _{s,ult,1-} [mm ² /m] ΔA _{s,serv,1-} [mm ² /m]	Reinf _{Req,2-}	A _{s,req,2-} [mm ² /m] A _{s,req,bar,2-} [mm ² /m]	A _{s,ult,2-} [mm ² /m] ΔA _{s,serv,2-} [mm ² /m]
S1	Prvek: 24 Uzel: 85	-1,878 2,264 0,000	MSÚ-Sada B (auto)	φ12,0/300	377 377	28 0	φ12,0/300	377 377	31 0

Nutná - smyk

Jméno	Sít'	Pozice [m]	Stav	V _{Ed} [kN/m]	V _{Rd,c} [kN/m]	V _{Rd,max} [kN/m]	Reinf _{Asw}	A _{sw,stat} [mm ² /m ²]
S1	Prvek: 13 Uzel: 56	-2,584 -0,941 0,000	MSÚ-Sada B (auto)	6,18	82,96	794,07	bez výztuže	0,00

21. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,1+}$

Hodnoty: $A_{s,req,1+}$

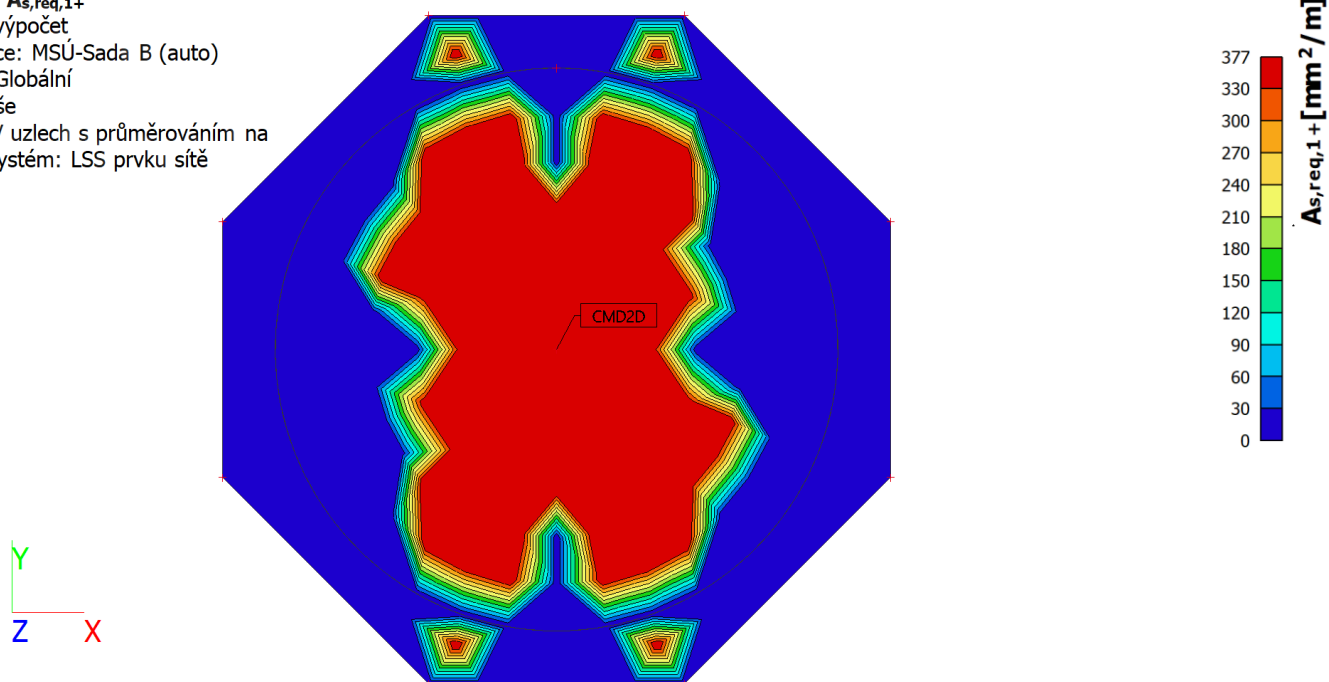
Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť



22. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,2+}$

Hodnoty: $A_{s,req,2+}$

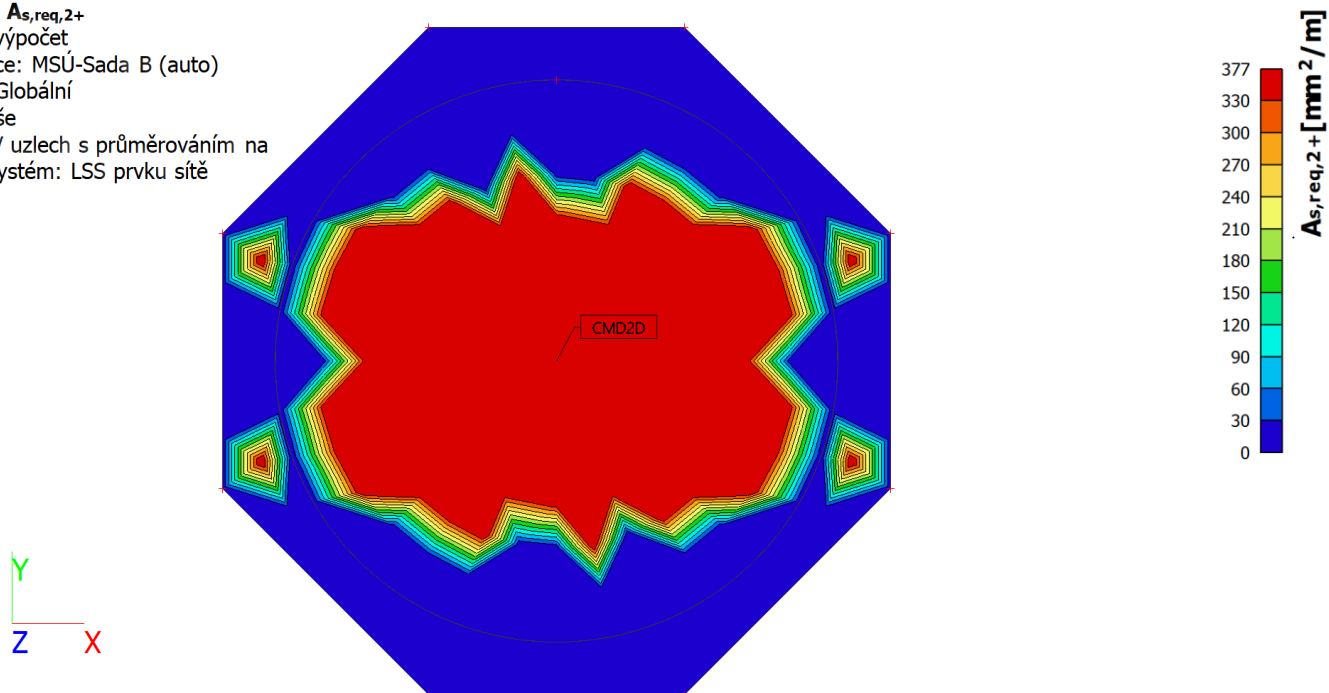
Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť



23. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,1}$ -

Hodnoty: $A_{s,req,1}$ -

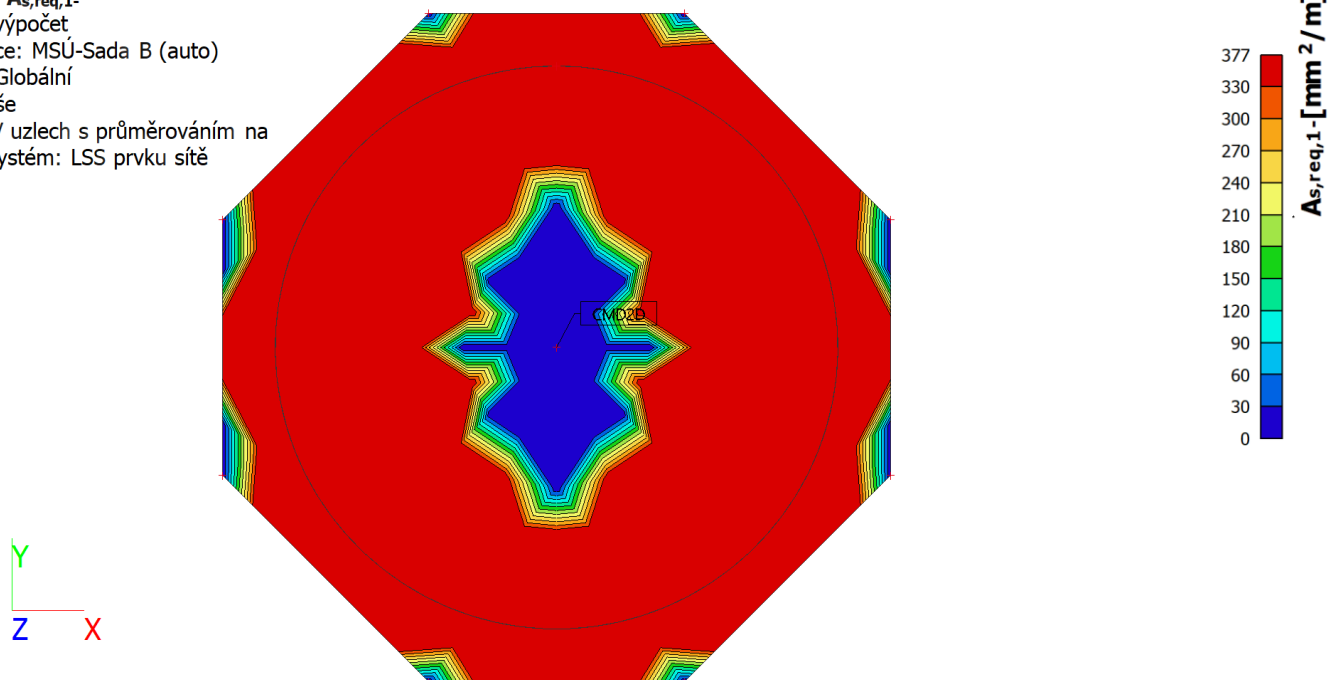
Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť



24. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,2}$ -

Hodnoty: $A_{s,req,2}$ -

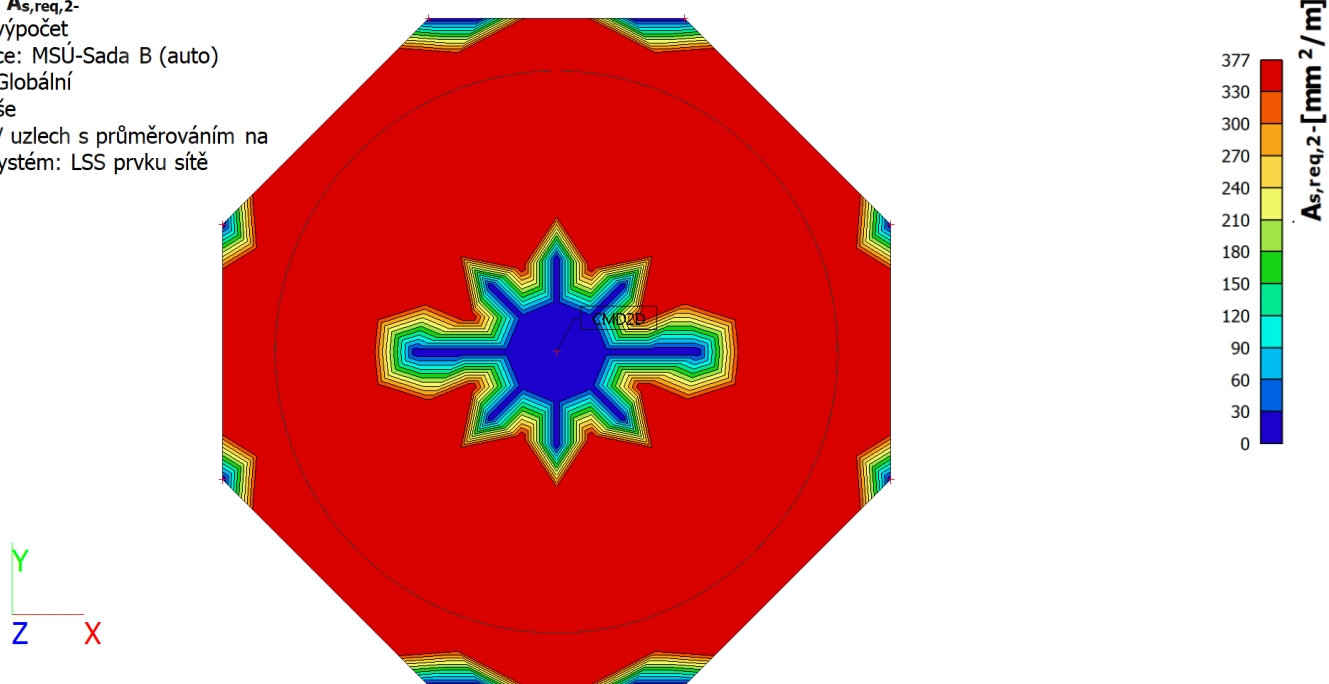
Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

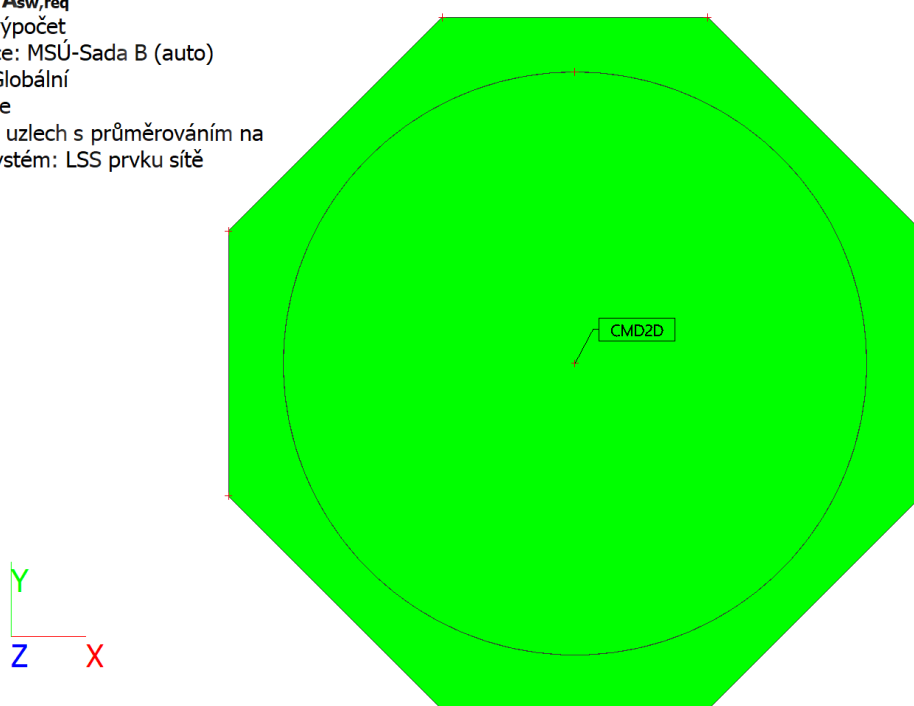
Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť



25. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{sw,req}$

Hodnoty: $A_{sw,req}$
Lineární výpočet
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
Extrém: Globální
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



Konstantní hodnota 0,00
 $A_{sw,req}$ [mm²/m²]

Omezení šířky trhlin při tuhnutí a tvrdnutí betonu

Návrh pro tloušťku základové desky 200mm

Beton konstrukce C 30/37	$f_{ctm} = 2,90\text{MPa}$
Třída prostředí XC4	doporučená šířka trhliny $w_{max} = 0.30\text{mm}$
Ocel B500B	$f_{yk} (R_{sn}) = 500\text{ MPa}$, $E_s = 200\text{GPa}$

Zjednodušený návrh výztuže

Pro 1. vrstvu (blíže povrchu) výztuže $d = h - (c + \phi/2) = 200 - (35 + 12/2) = 159\text{ mm}$

Pro 2. vrstvu (dále od povrchu) výztuže $d = h - (c + \phi + \phi/2) = 250 - (35 + 12 + 12/2) = 147\text{ mm}$

Předpoklad: na mezi vzniku trhlin se předpokládá rovnoměrné rozdělení tahového napětí, rovného pevnosti betonu v tahu

Nejmenší průřezová plocha výztuže podle konstrukčních zásad – tažená výztuž

$$A_{s,min} \geq 0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 0,26 \cdot 2,90 \cdot 1,00 \cdot 0,20 / 500 = 3,02 \cdot 10^{-4} \text{m}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 12 \text{ á } 360 (A_s = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{m}^2/\text{m})$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,20 = 80 \cdot 10^{-4} \text{m}^2/\text{m}$$

Krytí výztuže

Pro 1. vrstvu (blíže povrchu) výztuže $d = h - (c + \phi/2) = 200 - (35 + 12/2) = 159 \text{ mm}$

Pro 2. vrstvu (dále od povrchu) výztuže $d = h - (c + \phi + \phi/2) = 200 - (35 + 12 + 12/2) = 147 \text{ mm}$

Omezení šířky trhlin od smršťování (čistý tah) pro stáří betonu $t = 3 \text{ dny}$

$k_c = 1.0$ (prostý tah)

$k = 1.00$ (pro $h = 0.20 \text{ m} \leq 0.30 \text{ m}$)

$f_{ct,eff} \approx 0.60 \cdot f_{ctm} = 1.74 \text{ MPa}$ (viz. výše)

$A_{ct} = b \cdot h = 1.00 \cdot 0.20 = 0.20 \text{ m}^2$

Napětí ve výztuži na mezi vzniku trhliny

$$\sigma_s = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{A_s} = \frac{1.0 \cdot 1.00 \cdot 1.74 \cdot 0.20}{2 \cdot 3.14 \cdot 10^{-4}} = 554 \text{ MPa} > f_{yk}$$

Pro napětí od vynucených přetvoření je při $\phi_s = 12 \text{ mm}$ – viz. tab. 7.2N

$$\phi_s^* = \phi_s \cdot \frac{2.9 \cdot 8(h-d)}{f_{ctm} \cdot k_c \cdot h} = 12 \cdot \frac{2.9 \cdot 8 \cdot (0.200 - 0.159)}{1.74 \cdot 1.00 \cdot 0.20} = 32.89 \text{ mm}$$

$\sigma_s = 160 \text{ MPa}$ (interpolací v tab. 7.2N) pak:

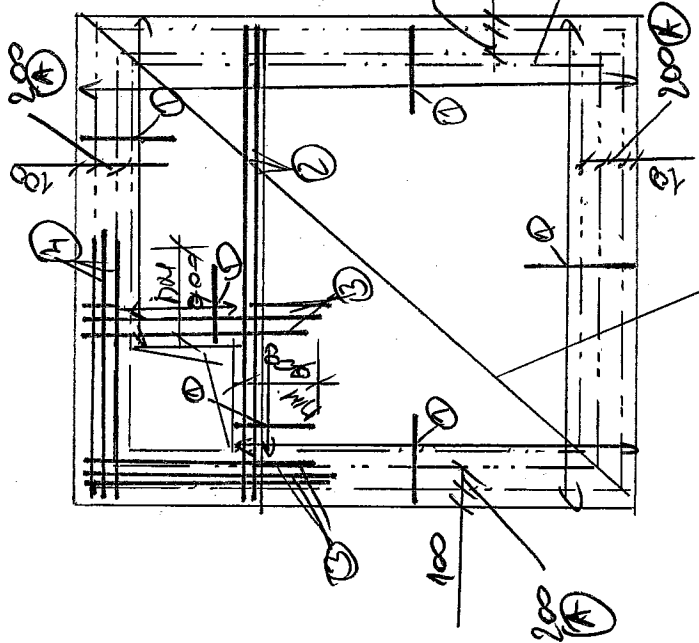
$$A_s = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s} = \frac{1.00 \cdot 1.00 \cdot 1.74 \cdot 0.20}{160} = 21.75 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Návrh výztuže

Oboustranně $\phi 12$ á 100 mm (v obou směrech)

TECHNICKÉ ČÍSLO - VÝKRES DVA; TUKET 200 1187

BRAN C20/25-XC2
OCCE 3500 B
4 P401' 35417

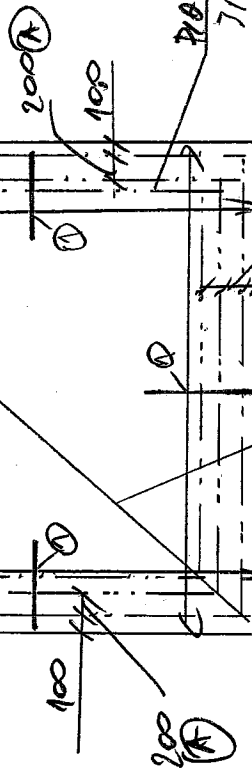


400
OCCE 3500 B
P401' 35417'
400

① 3412 a50

① 3412 a50

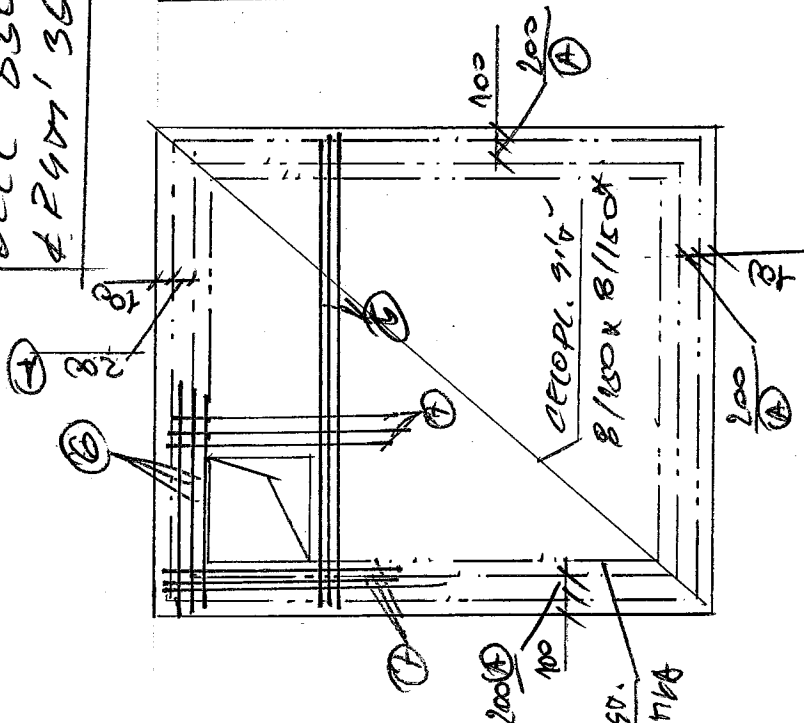
③ 3412 a50



400
OCCE 3500 B
P401' 35417'
400

① 3412 a50

① 3412 a50

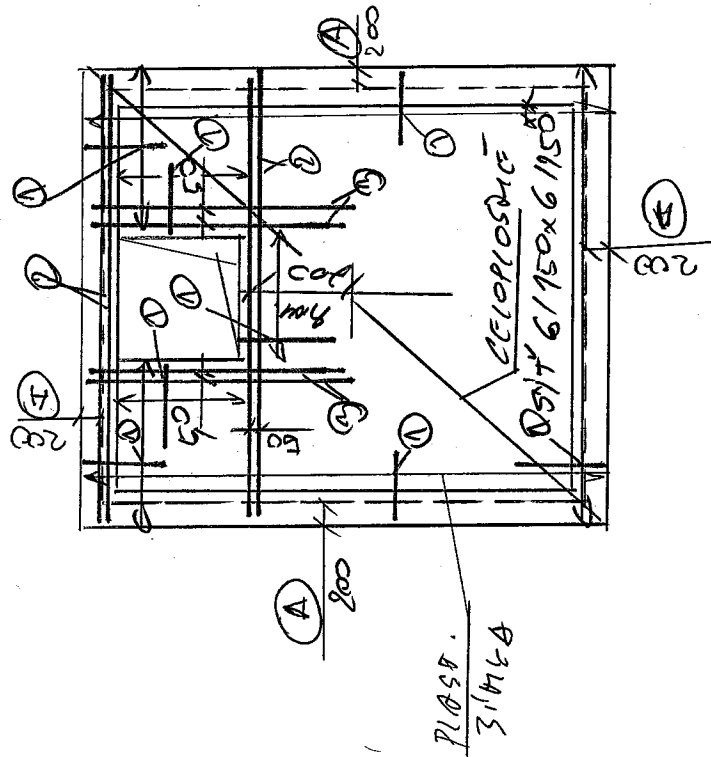


① 3412 a50
② 3412 a50
③ 3412 a50
④ 3412 a50
⑤ 3412 a50
⑥ 3412 a50
⑦ 3412 a50
⑧ 3412 a50
⑨ 3412 a50
⑩ 3412 a50

① 3412 a50
② 3412 a50
③ 3412 a50
④ 3412 a50
⑤ 3412 a50
⑥ 3412 a50
⑦ 3412 a50
⑧ 3412 a50
⑨ 3412 a50
⑩ 3412 a50

TECHNOLOGY 5146A - 142707 5520PU, 7.7.4CC 180779

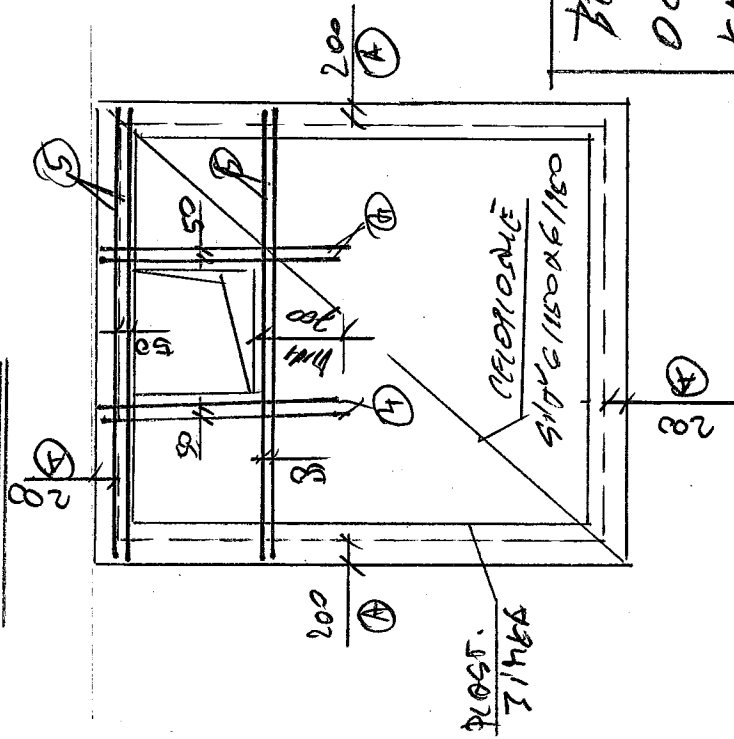
Spodum' 21c


$$\begin{array}{r} 300 \\ 50 \overline{) 300} \\ \underline{300} \\ 0 \end{array}$$

② $2 + 1412\bar{2}50$

A CATAMOUNT DO STROU
A DOUG BIRD. 250 H17
A STROUAT PRECELOU'N
H17 300 H17

2/12/1944



④ 22-2625

⑤ $2+2 \neq 12 \neq 50$

4435, 4437
5005B
22X-56/327 M06.24

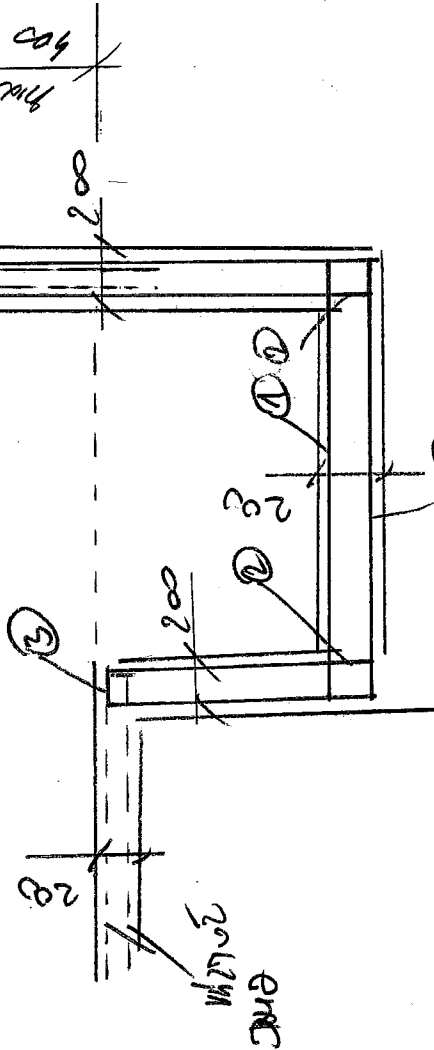
① ГИДРА БЕДНІЦА, ТУВ'ЯНИЦЕ ВІСІТЗ БЕДНІЦЕ
 77. ТУВ'ЯНИЦЕ 200 ГГ, * ВІСІТЗ 125 260
 В ОБОЗУ ГОВЕРНИЦ, ВОДОПОДАБ ВІСІТЗ
 ЛОПІК СПАДІК 2010 + 2021 ВІСІТЗ ПІСІТЗ
 ЗІМКОУ А БЕДНІЦА ТУВ'ЯНИЦЕ - БЕДНІЦА

2

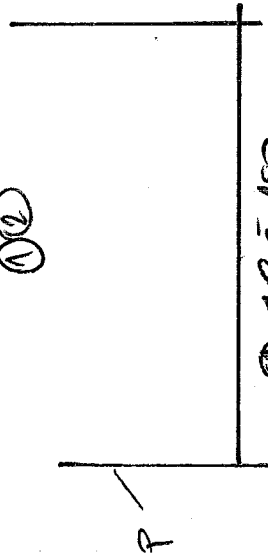
REVISIONS

DATE

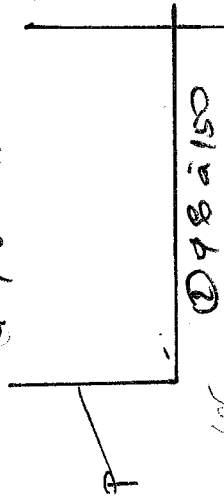
REVISIONS



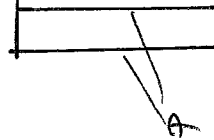
①②



① 150



① 150



① 150

FORM: - 720175 5740100
720175 5740100

720175 - 7

• 720175 5740100
RESISTANCE, STRENGTH
S MOISTURE

BRICK C 20/25 - 100

DECEMBER

1940' 35 117

3d)

200

160

160

1050

150

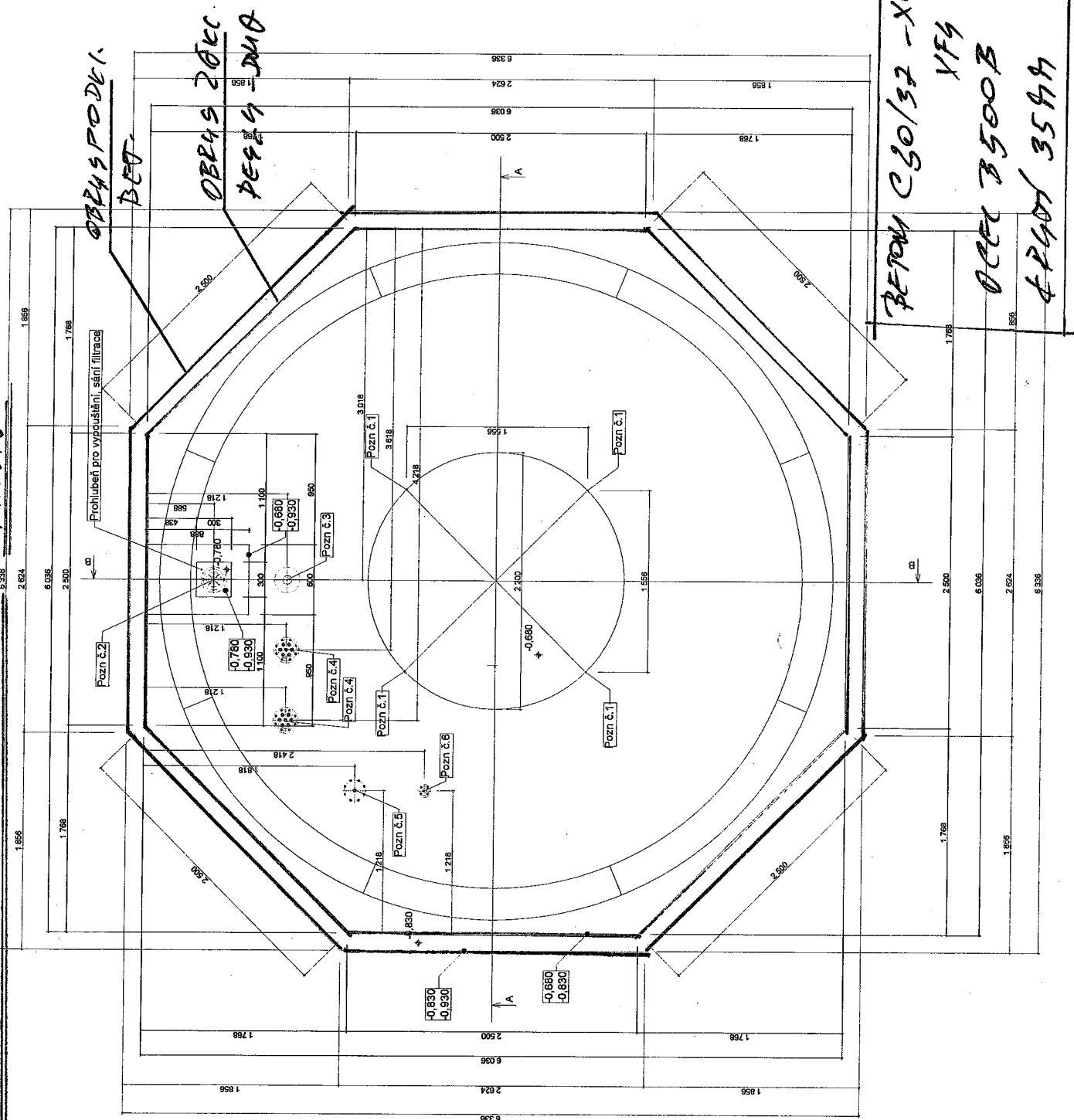
150

C 12/15 - X 0

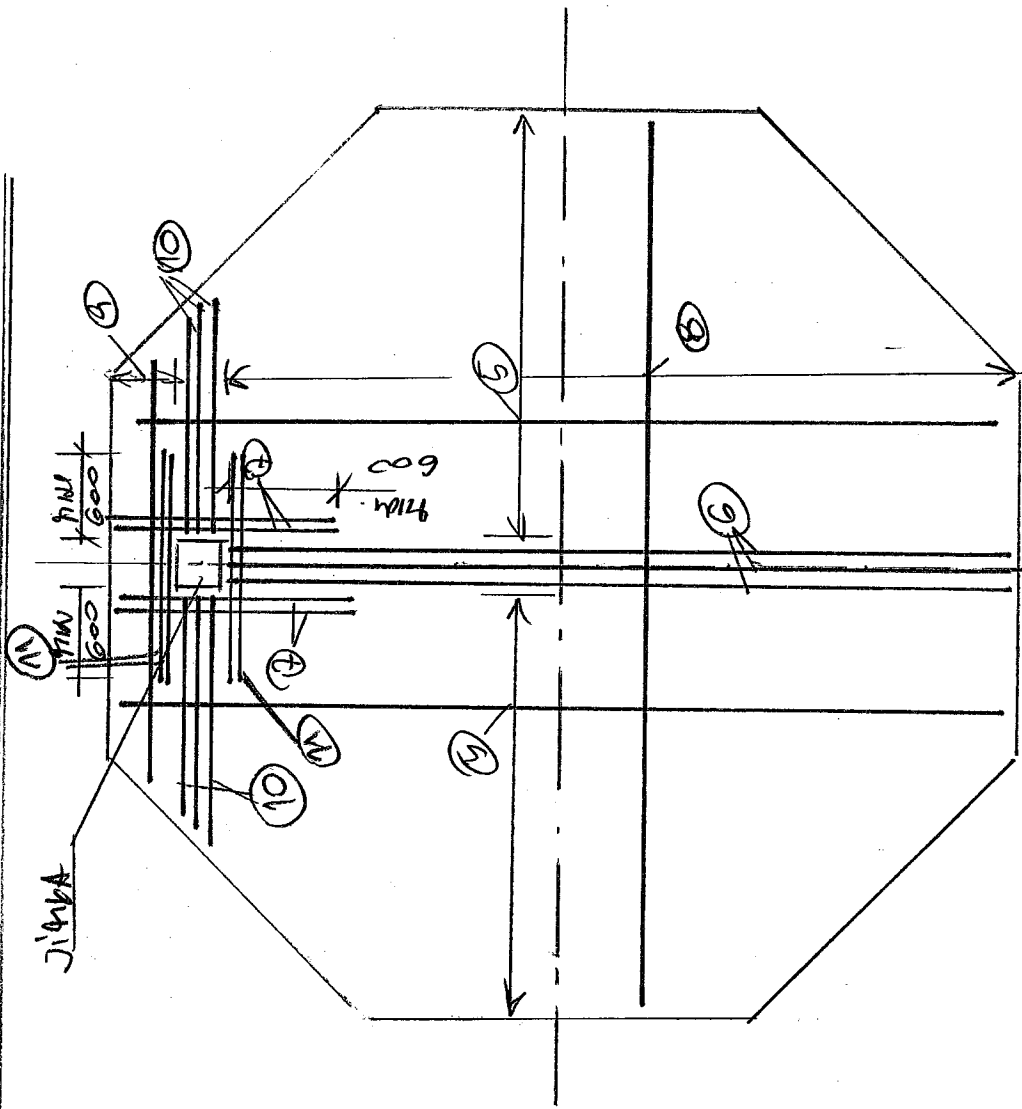
SP. 0:32 11/16/16/16

C 5/6

150



11.17.2018 - SONNENSTRAHLE - MONITORING



⑦ 2 + 2 φ 12 a 50

⑧ 3 φ 12 a 100

⑨ 4 φ 12 a 100 (ERÖFFNUNG DER POTREBS)

BE-TOR C 30/37-XC3, XF3

DCFL B500B

4240' 3547

③ φ 12 a 100 (ERÖFFNUNG DER POTREBS)

⑦ 4 φ 12 a 100 (ERÖFFNUNG DER POTREBS)

⑩ 3 + 3 φ 12 a 100 (ERÖFFNUNG DER POTREBS)

4240' 3547
→ 4. VE.

4240' 3547
→ 3. VE. ⑩ 2 + 2 φ 12 a 50

③ 412 à 100 (KATO DE POISES)
600
600
0-

⑦ 0129-100 (CPA 077 PLF PORT-BS)

3 FOM C 30/32 - XCS, XFS
ONE 35003
4840, 3548